

Smart Boat - Creació d'un sistema de monitorització de control a distància mitjançant una aplicació mòbil (*app*) per una embarcació d'esbarjo

Treball Final de Grau



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Treball realitzat per:
Jordi Castells Roset

Dirigit per:
Jordi Torralbo Gavilán

Grau en Enginyeria de Sistemes i Tecnologia Naval

Barcelona, 9 de Gener de 2017

Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona

Agraïments

En primer lloc, vull agrair a tots els membres del jurat que estigueu aquí per avaluar el meu treball i que us l'hagueu llegit amb deteniment.

En segon lloc, m'agradaria donar les gràcies a tot el personal docent de la Facultat pels coneixements que he rebut durant els anys que he estat fent el grau. Als meus pares i a la meva germana per tot el suport que m'han servit durant les dures èpoques d'exàmens. I a la parella i els amics per aguantar el meu mal humor en moments de màxim estrès.

També, vull agrair l'ajuda i els consells que el meu tutor del TFG, Jordi Torralbo, m'ha ofert durant aquests mesos d'esforç i treball per treure el millor possible del projecte.

Gràcies al meu pare, Jordi Castells, per ajudar-me amb el codi de programació de la placa d'Arduino, que tants problemes em va donar.

Vull agrair al Domingo Papió, amic de la família, per oferir-me el seu vaixell per realitzar la presa de dades amb els sensors.

Gràcies a l'empresa Gabinet AKA S.L., per tots els coneixements que he adquirit durant la realització de l'aplicació mòbil. Sense la seva ajuda hagués trigat més en acabar-la.

Amb tot això, he d'agrair al professor doctor Moreno per brindar-me la possibilitat d'accedir al mercat laboral, tot i no haver finalitzat el grau, amb un conveni de pràctiques que ja s'ha convertit en un contracte laboral.

I per últim, he de tornar a agrair el gran suport per part de la família i la parella, que sempre han confiat en l'objectiu que em vaig prendre quan vaig fer la selectivitat, acabar el Grau en Enginyeria en Sistemes i Tecnologia Naval. Gràcies, de veritat.

Resum

El Treball de Fi de Grau té per objectiu crear un sistema de monitorització de diferents elements d'una embarcació d'esbarjo que, a distància, permeti controlar-los i interactuar amb alguns dels ítems des d'una APP (Aplicació Mòbil). El sistema estarà basat en les tecnologies *Smart* (tecnologies intel·ligents) del sector automobilístic o del sector de la llar.

En primer lloc, es realitzarà un estudi en diferents sectors de les *Smart APP* per conèixer les diferents funcionalitats que hi ha, es faran unes enquestes a usuaris de la nàutica d'esbarjo i s'analitzaran tots els serveis i sistemes que conté una embarcació d'esbarjo per tal de determinar els diferents elements a controlar. S'analitzaran els tipus de sensors que hi ha al mercat, els diferents sistemes de comunicació i la tecnologia de les aplicacions mòbils per determinar la millor forma de realitzar el sistema.

A continuació, es realitzarà el sistema de monitorització mitjançant Arduino, que constarà d'un seguit de sensors connectats a una placa predissenyada. Aquest sistema estarà controlat per una aplicació mòbil, **InsideCraft**, que permetrà controlar i visualitzar els diferents elements instal·lats al sistema però no permetrà interactuar amb cap element a distància, tal com preveia el propòsit inicial. D'altra banda, el sistema haurà d'anar connectat al ordinador a l'hora de la presa de dades, que no serà via la tecnologia de l'Internet de les Coses (*Internet of Things*, IoT).

Amb tot això, es pot arribar a la conclusió que la creació d'aquest sistema seria un èxit entre els usuaris de la nàutica d'esbarjo pel gran interès mostrat en les enquestes i que la instal·lació de l'aplicació al mòbil, per part dels usuaris, estaria assegurada, fet que garanteix una viabilitat econòmica per tirar endavant el TFG com a projecte empresarial.

Abstract

The aim of the final degree project is to create a monitoring system for some elements of a pleasure boat that allows to control and to interact with some of them by an APP (Mobile Application). The system will be based on Smart Technologies of the automotive and household sector.

Firstly, it will be done a study of Smart App in different industrial sectors to learn all the functions of applications, it will be done a questionnaire to some recreational boat users and it will be analyzed all the services and all the systems of a vessel to determine all the elements which can be controlled. All types of sensors, different communication systems and technology of applications will be analyzed during the project.

Then, the monitoring system will be done using Arduino, which will consist of some sensors connected to a plate predesigned. This system will be controlled by a mobile application, *InsideCraft*, that will control and visualize the different elements installed in the system but will not allow to interact with any element remotely, as it has been thought at the initial purpose. Moreover, the system must be connected to the computer at the time of data collection, which will not be by the technology of the Internet of Things, IoT.

With all of this, it can be concluded that the creation of this system would be a hit for users of recreational boats by the great interest shown in the questionnaire and the application's installation would be guaranteed.

Taula de continguts

AGRAÏMENTS	III
RESUM	IV
ABSTRACT	V
TAULA DE CONTINGUTS	VI
LLISTAT DE FIGURES	IX
LLISTAT DE TAULES	XII
<u>CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ.</u>	<u>1</u>
<u>CAPÍTOL 2. ANÀLISI DE LA PROBLEMÀTICA I DEL MERCAT.</u>	<u>5</u>
2.1 ANÀLISI DE LA PROBLEMÀTICA I POSSIBLES SOLUCIONS	5
2.2 ANÀLISI D'APLICACIONS MÒBIL PER A COTXES	7
2.2.1 ON-STAR	7
2.2.2 BLUE LINK	9
2.2.3 REMOTE CONTROL RANGE ROVER SPORT	10
2.2.4 BMW CONNECTED DRIVE	11
2.2.5 AUDI CONNECT	13
2.2.6 MERCEDES CONNECT ME	14
2.2.7 VOLVO ON CALL	15
2.2.8 SEAT CONNECT	16
2.3 ANÀLISI D'APLICACIONS MÒBIL PER A CASES	18
2.3.1 ILUMI	18
2.3.2 IZON	19
2.3.3 IVIDEON	21
2.3.4 IPDOMO	22
2.3.5 WATTIO	23
2.4 APLICACIONS MÒBIL PER A LA NÀUTICA D'ESBARJO	25
2.4.1 MARINUS APPS (NO PERMET INTERACTUAR)	25
2.4.1.1 TEST PATRÓN	26
2.4.1.2 MARINUS RIPa	27
2.4.2 MARINUS APPS (PERMET INTERACTUAR)	27
2.4.2.1 ANTIGARREO	27
2.4.2.2 BEARING PILOT	28
2.4.2.3 WX COURSE	29
2.4.3 BOATING	29

2.4.4	NAUTICHECK	30
CAPÍTOL 3. SISTEMES BÀSICS DE LES EMBARCACIONS D'ESBARJO.		35
<hr/>		
3.1	DESCRIPCIÓ DELS DIFERENTS SISTEMES	35
3.2	ELEMENTS A CONTROLAR	37
3.3	ENQUESTES	38
CAPÍTOL 4. ESTUDI DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ.		47
<hr/>		
4.1	ESTUDI DELS DIFERENTS SENSORS	47
4.1.1	SENSORS DE NIVELL	48
4.1.2	SENSORS DE BATERIA	51
4.1.2.1	SENSOR INTEL·LIGENT DE BATERIES (IBS) – HELLA	51
4.1.2.2	SENSOR ELECTRÒNIC DE BATERIES (EBS) – BOSCH	52
4.1.3	SENSORS DE POSICIONAMENT GPS	52
4.1.4	SENSORS D'ALERTA D'INTRUSIÓ	53
4.1.4.1	DETECTORS DE MOVIMENT	53
4.1.4.2	SENSORS MAGNÈTICS PERIMETRALS	54
4.1.5	SENSORS D'ALERTA DE COL·LISIÓ/VIBRACIÓ	55
4.1.5.1	SENSORS D'ACCELERACIÓ D'EFFECTE HALL	55
4.1.5.2	SENSORS D'ACCELERACIÓ REALITZATS PER MICROMECAÀNICA DE SUPERFÍCIE	56
4.1.5.3	SENSORS DE PICAT PIEZOELÈCTRIC	56
4.1.6	SENSORS DE TEMPERATURA	57
4.1.7	SENSORS D'HUMITAT	58
4.1.8	SENSORS DE FORÇA I TORSIÓ:	60
4.1.8.1	SENSORS FORÇA RESISTIU (FSR)	60
4.1.8.2	TRANSFORMADOR DIFERENCIAL DE VARIACIÓ LINEAL (LVDT)	60
4.1.8.3	GALGUES EXTENCIOMÈTRIQUES	60
4.2	ESTUDI DELS DIFERENTS SISTEMES DE COMUNICACIÓ	61
4.2.1	CABLEJAT	61
4.2.1.1	CABLE DE PARELLS	61
4.2.1.2	CABLE COAXIAL	61
4.2.1.3	FIBRA ÒPTICA	61
4.2.2	RADIOFREQUÈNCIA	62
4.2.3	ONES INFRAROGES	63
4.2.4	BLUETOOTH	63
4.2.5	XARXES MÒBILS	63
4.2.6	Wi-Fi	65
4.2.7	INTERNET DE LES COSES	66
4.2.7.1	ZIGBEE ALLIANCE	66
4.2.7.2	WEIGHTLESS SIG	67

4.2.7.3 SIGFOX	67
4.2.7.4 LoRa	68
4.3 TECNOLOGIA PER LA GESTIÓ DE LES DADES	69
4.3.1 ARDUINO / GENUINO	69
4.3.2 NANODE	71
4.3.3 RASPBERRY PI	71
4.3.4 NMEA	73
4.3.5 LIBELIUM WASPMOTE	74
 CAPÍTOL 5. SIMULACIÓ DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ.	 75
 5.1 ELECCIÓ DEL TIPUS DE SENSORS	 75
5.1.1 SENSOR DEL PROTOTIP INICIAL – SENSOR DE NIVELL	75
5.1.1.1 TRIMOD'BESTA MG 02	76
5.1.2 SENSOR DEL PROTOTIP FINAL – SENSOR DE TEMPERATURA I HUMITAT	76
5.1.2.1 SENSOR DHT11	77
5.2 ELECCIÓ DELS SISTEMES DE COMUNICACIÓ	77
5.2.1 SENSOR – HUB; PROTOTIP INICIAL	78
5.2.2 HUB – CLOUD; PROTOTIP INICIAL	78
5.2.3 SENSORS – HUB – ORDINADOR; PROTOTIP FINAL	79
5.3 ELECCIÓ DE LA TECNOLOGIA PER LA GESTIÓ DE LES DADES	79
5.4 REALITZACIÓ D'UN EXEMPLE DE SISTEMA DE MONITORITZACIÓ	79
5.5 APLICACIÓ DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ I VISUALITZACIÓ DE DADES MITJANÇANT UNA APLICACIÓ MÒBIL	83
5.5.1 APLICACIÓ DEL SISTEMA I GRÀFIQUES DE LA PRESA DE DADES DEL VAIXEL	83
5.5.2 VISUALITZACIÓ DE LES DADES I SIMULACIÓ DE L'APLICACIÓ	87
5.5.2.1 APLICACIONS MÒBIL	87
5.5.2.2 SIMULACIÓ DE L'APLICACIÓ I VISUALITZACIÓ DELS VALORS MESURATS	90
5.6 COST DE LA PROVA	94
 CONCLUSIONS	 97
 BIBLIOGRAFIA	 99

Llistat de Figures

Fig 1. Panell de botons OPEL <i>On-Star</i> . Font: <i>Opel</i> .	8
Fig 2. Menú de l'aplicació OPEL <i>On-Star</i> . Font: <i>Opel</i> .	9
Fig 3. Menú de l'aplicació <i>Blue Link</i> . Font: <i>Hyundai</i> .	10
Fig 4. Versió per <i>smartwatch Blue Link</i> . Font: <i>Hyundai</i> .	10
Fig 5. Vista de l'aplicació mòbil <i>Remote Control de Range Rover Sport</i> . Font: <i>Range Rover</i> .	11
Fig 6. Vista de l'aplicació <i>BMW Connected Drive</i> . Font: <i>BMW</i> .	12
Fig 7. Aplicació <i>AUDI Connect</i> . Font: <i>Audi</i> .	13
Fig 8. Autonomia de la bateria <i>AUDI e-tron</i> . Font: <i>Audi</i> .	14
Fig 9. <i>Mercedes Connect Me</i> . Font: <i>Mercedes-Benz</i> .	15
Fig 10. Combinació de colors <i>ILUMI</i> . Font: <i>ILumi</i> .	19
Fig 11. Aplicació <i>IZON</i> . Font: <i>IZON</i> .	20
Fig 12. Còdig QR per vincular les càmeres. Font: <i>IZON</i> .	20
Fig 13. Visualització de les càmeres de videovigilància. Font: <i>IVideon</i> .	21
Fig 14. Visualització de les gràfiques de consum elèctric. Font: <i>IPDomo</i> .	22
Fig 15. Sensors i controlador <i>Wattio</i> . Font: <i>Wattio</i> .	23
Fig 16. Visualització del consum de diferents aparells. Font: <i>Wattio</i> .	24
Fig 17. Menú de l'aplicació <i>Test Patrón</i> . Font: <i>Marinus Apps</i> .	26
Fig 18. Vista de l'aplicació <i>AntiGarreo</i> . Font: <i>Marinus Apps</i> .	28
Fig 19. Marcatge d'una derrota amb <i>Bearing Pilot</i> . Font: <i>Marinus Apps</i> .	29
Fig 20. Mapa de rutes de <i>Boating</i> . Font: <i>Navionics</i> .	30
Fig 21. Visualització dels avisos d'avaries. Font: <i>NauticAdvisor</i> .	31
Fig 22. Tipus d'embarcació	40
Fig 23. Tipus de casc	41
Fig 24. Tipus d'eslora	41
Fig 25. Situació de l'amarra	42
Fig 26. Temps de trajecte	42

Fig 27. Interès en el sistema	43
Fig 28. Interès en l'aplicació	43
Fig 29. Flotador Mesurador. Font: <i>DirectIndustry</i>	48
Fig 30. Mesurador Capacitiu. Font: <i>DirectIndustry</i>	50
Fig 31. Sensor HELLA. Font: <i>HELLA</i>	51
Fig 32. Sensor BOSCH. Font: <i>BOSCH Electronics</i>	52
Fig 33. Barreres infraroges. Font: <i>Colbox Sites</i>	53
Fig 34. Sensor magnètic perimetral. Font: Auditoria de Sistemes.	54
Fig 35. Sensor d'efecte Hall. Font: Aficionados a la mecànica.	55
Fig 36. Gràfiques del sensor de picat. Font: Aficionados a la mecànica.	56
Fig 37. Logo de la xarxa Wi-Fi. Font: <i>Wi-Fi</i>	65
Fig 38. Logo de la xarxa Sigfox. Font: <i>Sigfox</i>	68
Fig 39. Logo Arduino. Font: Arduino.	69
Fig 40. Logo Raspberry Pi. Font: Raspberry Pi.	72
Fig 41. Logo de <i>Libelium</i> . Font: <i>Libelium</i>	74
Fig 42. <i>Trimod'Besta</i> MG 02. Font: <i>Trimod'Besta</i>	76
Fig 43. Sensor DHT 11. Font: <i>Prometec</i>	77
Fig 44. Pins de l'alimentació i GND; Arduino UNO	80
Fig 45. Sensors DHT 11 amb adaptador per a pins.	80
Fig 46. Pins digitals 2, 3 i 4; Arduino UNO	81
Fig 47. Muntatge dels sensors a la placa Arduino UNO	81
Fig 48. Embarcació Clipper 26	84
Fig 49. Instal·lació del sistema	85
Fig 50. Programa Arduino - Codi i valors mesurats	85
Fig 51. Temperatura Habitacle	86
Fig 52. Humitat Habitacle	86
Fig 53. Temperatura Compartiment Motor	86
Fig 54. Humitat Compartiment Motor	87
Fig 55. Temperatura Motor	87
Fig 56. Logo Apache Cordova. Font: Apache Cordova.	89
Fig 57. Espai de desenvolupament de l'APP.	91

Fig 58. Menú principal de l'APP	92
Fig 59. Estat Habitacle	93
Fig 60. Estat Sala Màquines.....	93
Fig 61. Temperatura Motor	94

Llistat de Taules

Taula 1. Comparativa d'aplicacions <i>Smart Car</i>	17
Taula 2. Comparativa d'aplicacions <i>Smart Home</i>	24
Tabla 3. Comparativa d'aplicacions <i>Smart Boat</i>	33
Tabla 4. Elements a controlar.....	37
Tabla 5. Comparativa Sensors de Nivell	50
Tabla 6. Comparació entre els dos sensors	52
Tabla 7. Comparativa Sensors d'Alerta d'Intrusió	54
Tabla 8. Comparativa Sensors d'Alerta de Col·lisió	56
Tabla 9. Comparativa Sensors de Temperatura	58
Tabla 10. Comparativa Sensors d'Humitat	59
Tabla 11. Taula Comparativa Sensors de Força i Torsió	60
Tabla 12. Comparativa Cablejat.....	62
Tabla 13. Tipus de freqüències	62
Tabla 14. Tipus de Bluetooth.....	63
Tabla 15. Comparació entre tipus d'IOT	69
Tabla 16. Característiques d'algunes plaques Arduino	70
Tabla 17. Comparativa entre les diferents tecnologies.....	74
Tabla 18. Cost dels components de la instal·lació	95

Capítol 1. INTRODUCCIÓ.

El propòsit principal del treball final de grau és crear un sistema de monitorització per controlar a distància els diferents paràmetres d'una embarcació d'esbarjo. És a dir, implantar la tecnologia de les *Smart Things* a la nàutica, creant un sistema *Smart Boat*.

El concepte de *Smart* es refereix a intel·ligent, és a dir, fa referència a la tecnologia dels cotxes, de les ciutats i dels ports intel·ligents que funcionen d'una manera més autònoma que la coneguda fins ara. El propòsit de les tecnologies *smart* és la eficiència energètica, automatitzar processos que permetin reduir el consum elèctric, optimitzar les diferents operacions per reduir temps d'espera i els possibles errors, reduint els costos operacionals i, tot això, sense perjudicar el medi ambient.

S'entén per embarcació d'esbarjo aquella embarcació que no supera els 24 metres d'eslora. A partir d'aquí es consideren com a iots i no entrarien dins de l'àmbit del treball ja que el sistema està pensat per a usuaris amb unes característiques econòmiques limitades, deixant de banda les grans fortunes que es poden permetre qualsevol eina innovadora.

La motivació per la creació d'aquest sistema va començar al setembre de 2015, quan un cap de setmana es va anar a l'Ampolla a navegar amb un Hanse 540e d'un amic. Després de poc més de dues hores de viatge, es va arribar a l'amarra i es va comprovar que la bateria principal estava fosa. Els dos borns estaven connectats.

No sempre es té l'amarra de l'embarcació al lloc on es viu i, normalment, s'ha de destinar temps de trajecte, que genera unes despeses associades, per moure's fins arribar al port. Tanmateix, des de casa no es pot saber l'estat actual de l'embarcació ni quines accions de manteniment s'hauran de fer el proper cop per sortir a navegar i, en cas de no disposar de temps per anar a fer-lo in-situ, es fa difícil mantenir l'embarcació en bon estat. El manteniment és un llistat de tasques a fer inacabable, des d'elements de vital importància, com el motor principal, fins a d'altres de menys importància com el mobiliari.

A partir del contratemps passat a l'Ampolla, se'm va acudir la idea de crear un sistema que permeti visualitzar l'estat de la bateria principal a distància i que notifiqui l'estat de connexió al cap d'un temps de funcionament. Així s'evitaria que es descarregués del tot i es veuria si l'usuari se la deixa connectada o desconnectada. Com objectiu addicional, es permetria interactuar connectant-la i desconnectant-la a distància des del terminal mòbil.

Aquest control a distància es vol fer a partir d'una aplicació mòbil, més concretament a partir d'una *WebApp*, una pàgina web que, mitjançant eines i llenguatges específics, s'adapta al terminal mòbil que s'utilitza. Ja que el meu coneixement sobre aplicacions és molt bàsic, s'optarà per realitzar l'aplicació amb col·laboració amb alguna empresa especialista en el sector, així, es milloraran els coneixements actuals i el resultat final de l'APP serà òptim.

Després de parlar amb amics i coneguts, usuaris de la nàutica d'esbarjo, han sorgit noves idees i tot un seguit d'elements a controlar que justifiquen l'objectiu del treball. Alguns exemples d'elements que es voldrien controlar són el nivell de les sentines, el nivell de l'aigua de refrigeració i la seva temperatura, la humitat a l'habitacle i la sala de màquines i va sorgir l'objectiu d'aconseguir connectar i desconnectar la bateria principal a distància i, com a cúspide del treball, encendre i apagar el motor principal des del terminal mòbil quan tots els elements que intervenen en el seu funcionament estiguin en bon estat.

En primer lloc es realitzarà un estudi de les diferents aplicacions que existeixen al mercat dels *Smart Car*, *Smart Home* i, si ja s'han inventat, *Smart Boat*. S'analitzaran les diferents aplicacions per veure la funcionalitat que tenen per adaptar-la a les nostres necessitats.

Es volen fer enquestes a, mínim, 20 usuaris de la nàutica d'esbarjo que posseeixen, o un familiar directe, una embarcació de menys de 24 metres d'eslora per tal de conèixer la problemàtica que comporta tenir una embarcació i quins elements voldrien controlar.

En tercer lloc, s'analitzaran els diferents sistemes que intervenen en el funcionament de les embarcacions d'esbarjo, determinant els elements que poden entrar en conflicte amb el bon estat de cada un d'ells per trobar la manera de monitoritzar-los per saber-ne l'estat continu. L'usuari podria instal·lar al sistema tants elements a controlar com vulgui.

A continuació, es determinarà la manera de monitoritzar cada element, s'analitzaran els diferents mètodes de comunicació, la manera de recollir i gestionar la informació, com enviar-la, entre d'altres coses que faran possible que la informació extreta de l'embarcació arribi al terminal mòbil de l'usuari.

Tot seguit, s'analitzaran les diferents parts que entren en joc a l'hora de programar una aplicació. Es parlarà dels diferents llenguatges i eines de programació que es necessitaran per la seva creació.

Per demostrar l'objectiu del treball, es realitzarà un exemple de sistema de monitorització de control a distància per a embarcacions d'esbarjo amb Arduino. S'escolliran un seguit de sensors i elements a controlar per tal de veure el resultat final o una aproximació al que es pretén crear i s'instal·laran a una embarcació d'esbarjo. Mitjançant una placa Arduino es portarà a terme tot el procés de recollida de dades, traducció i enviament al programari que plasmarà els valors, recollits al vaixell, en unes gràfiques per visualitzar l'estat actual i l'evolució de cada un dels elements controlats.

Finalment, es realitzarà l'aplicació mòbil que permetrà visualitzar l'estat dels diferents elements de l'embarcació i interactuar amb ells, per exemple, visualitzant gràfiques d'evolució de l'estat de cada element, connectant o desconnectant certs ítems, es crearà un sistema que permetrà rebre notificacions en cas que l'estat d'un ítem no sigui l'adient, entre d'altres funcions que podria tenir l'*app*.

Capítol 2. ANÀLISI DE LA PROBLEMÀTICA I DEL MERCAT.

2.1 ANÀLISI DE LA PROBLEMÀTICA I POSSIBLES SOLUCIONS

Els fabricants de cotxes aconsellen controlar la pressió dels pneumàtics un cop cada dues setmanes i sempre abans d'un llarg trajecte recomanen mirar el nivell d'oli i, se sap que, si no s'engega el cotxe en un període de temps relativament curt, és molt possible que la bateria s'esgoti.

Al món nàutic passa el mateix. La majoria dels usuaris de la nàutica d'esbarjo tenen l'amarra del vaixell a una segona residència que els impedeix fer un seguiment i un manteniment continu.

La distància dificulta d'assabentar-se de l'estat de cada element en tot moment. Fet que provoca que l'aplicació compti amb un servei de notifikacions en cas que hi hagi algun element en baixes o males condicions.

En cas de deixar la bateria principal connectada, possiblement, es trobaria totalment descarregada el següent cop que se sortís a navegar. Des de l'aplicació, a part de saber l'estat continu del tant per cent de bateria restant, es podria interactuar desconnectant-la o connectant-la.

A l'hora d'encendre el motor principal, hi ha varis temes que s'han de tenir en comte, per tal de fer-ho amb la màxima seguretat possible.

La lubricació dels diferents components del motor és molt important però, com poden haver fugues, no sempre se sap el nivell d'oli que hi ha al càrter del motor. El sistema resoldria el problema amb un sensor de nivell i la notificació de l'estat mitjançant l'APP.

El mateix passa amb el combustible. Quan es dona per finalitzada una jornada de navegació es pot oblidar anar a posar combustible. El sistema permetria comprovar en tot moment el nivell del dipòsit per, ja sigui al tornar a port o al sortir, recordar que s'ha de passar a reposar gasoil.

Per tal que el motor principal funcioni de manera correcta ha d'estar a la temperatura òptima de funcionament. El sistema de refrigeració fa possible aquest fet. Està format per molts elements i tots ells podrien fallar. Les preses de mar, les canonades d'aigua salada que refrigera l'aigua dolça i les canonades d'aigua dolça que refrigera el motor principal poden obstruir-se per l'entrada de qualsevol element del mar. L'aplicació ens mostraria el flux d'aigua en cada tram de canonades per resoldre la incògnita i es mostraria la temperatura de l'aigua.

Un altre fet que afavoreix la bona temperatura de funcionament del motor principal és la bona ventilació de la càmera de màquines. S'instal·larien varis sensors de temperatura i humitat per tal de saber l'estat de l'aire ambient i, en cas que fos dolent, activar ventiladors o obrir escotilles i obertures per tal de renovar l'aire de l'interior.

La sentina podria estar inundada, ja sigui per una mala descàrrega durant la navegació o per l'entrada d'aigua i altres elements per les descàrregues. En aquest cas, des de l'aplicació es posarien en marxa les bombes de buidatge de les sentines per tal de baixar el nivell.

Segur que molts dels problemes que apareixen al llarg de la vida del vaixell no es poden resoldre a distància però aquest sistema escurçaria el temps d'identificació d'aquests, del causant d'aquesta fallada i es podrien resoldre més aviat i amb conseqüències menys dolentes per a l'element, ja que el temps que romandria en mal estat es reduiria.

A banda de la problemàtica esmentada anteriorment, hi ha molts altres problemes que pot presentar una embarcació, com trencament de veles, timó i hèlix, porticons fets malbé, cabs i estais debilitats, etcètera, que també s'han de valorar en aquesta aplicació.

El màstil és un element que de vital importància que suporta esforços molt grans que generen unes vibracions que poden afectar de manera negativa en el seu estat i, fins que no es trenca el màstil, l'usuari no s'adona de l'estat actual. La solució és col·locar un sensor de vibracions que ens doni una alerta quan es produeixin vibracions fora de les comunes per poder portar un seguiment. El mateix es pot fer amb la botavara, que també suporta les forces que li transmet la vela major.

Un veler no navega sense vela i una vela no farà be la seva funció sense el màstil. Però el màstil es trencarà si no es tenen en bon estat els obencs i els estais, que han d'estar amb la tensió justa per

funcionar correctament. Amb un sensor tensor es podrà saber la tensió que se'ls hi dona i la que acabaran suportant en tot moment, controlant possibles anomalies abans que es puguin col·lapsar i trencar-se.

De ben segur que hi ha altres elements, tant de motors com de velers, que es podrien valorar en aquest sistema, però es deixa com a suggeriment durant la utilització del sistema per part de l'usuari.

2.2 ANÀLISI D'APLICACIONS MÒBIL PER A COTXES

Per saber la viabilitat de l'aplicació es fa un estudi dels diferents sectors tecnològics, es busquen informació i les diferents aplicacions que estiguin operatives. D'aquesta manera es podrà veure el que hi ha actualment al mercat i es podrà plasmar al món de la nàutica d'esbarjo.

El sector automobilístic és un dels sectors que més aposta per aquesta nova opció tecnològica i les marques de renom ja en treuen els primers resultats. A continuació s'estudien i s'analitzen les diferents aplicacions que ja estan disponibles.

2.2.1 On-Star

Descripció general de l'aplicació:

L'empresa alemanya Opel ha tret un sistema anomenat *On Star*, que, mitjançant una aplicació mòbil, permet interactuar amb el vehicle de forma remota. Principalment, ofereix avantatges per a la seguretat durant el trajecte. Tot seguit s'expliquen les diferents utilitats del sistema.

Serveis que ofereix:

En primer lloc, s'ofereix connexió Wi-Fi de velocitat 4G per al cotxe amb capacitat de connectivitat simultània de 7 dispositius a l'hora. Aquest punt permet al vehicle disposar de connexió a internet en tot moment, sempre i quan hi hagi cobertura.

Per altra banda, s'ofereix un servei d'assistència automàtica a la carretera. En cas de col·lisió, si els airbags s'activen, els sensors envien, mitjançant la connexió Wi-Fi, l'alerta al servei d'assistència. Aquest es posa en contacte amb el vehicle i, en cas que el conductor no respongui, es procedeix a gestionar la tasca d'assistència. Via GPS es localitza el vehicle i s'envia una ambulància al lloc de l'accident. També hi ha la opció de contactar directament amb el servei

d'assistència *On-Star* des del vehicle en cas que es necessiti i el conductor o acompanyants estiguin capacitats per fer-ho.



Fig 1. Panell de botons OPEL On-Star. Font: Opel.

També es permet localitzar el vehicle en tot moment. Si no es recorda el lloc d'aparcament, es mostra la localització via l'aplicació i, si tot i així no es troba el cotxe, es permet l'opció d'encendre els llums intermitents i fer sonar el clàxon per trobar-lo. En cas de robatori, i prèvia denuncia a la policia, l'aplicació activa el sistema GPS per saber en tot moment on es troba el cotxe i, si s'apaga el motor, es desactiva la funció d'encesa per tal d'immobilitzar-lo.

L'aplicació permet tenir un diagnòstic d'alguns elements del cotxe, per exemple el nivell d'oli, el nivell de combustible, la pressió dels pneumàtics, l'estat de la transmissió, del motor i els airbags, concertant de forma remota una revisió gratuïta. Els resultats s'enviaran al correu electrònic. En cas d'estar en moviment i un pilot lluminós s'encengués, es permet contactar amb el servei d'assistència *On-Star* per tal de resoldre el problema, enviant la ubicació del taller més proper en cas de necessitar-ho.

Darrerament, s'ofereix la possibilitat d'obtenir l'itinerari de manera automàtica. Es contacta amb un assistent *On-Star* i, remotament, descarreguen l'itinerari automàticament al navegador del cotxe per tal de no treure les mans del volant ni la vista de la carretera.

Totes aquestes ajudes venen complimentades amb l'aplicació mòbil. Es permet un accés instantani al vehicle i, apart de controlar tot l'esmentat anteriorment, permet bloquejar i desbloquejar el tancament centralitzat. També es pot programar el navegador del cotxe des del terminal mòbil per tal de tenir-lo llest a l'inici del trajecte.

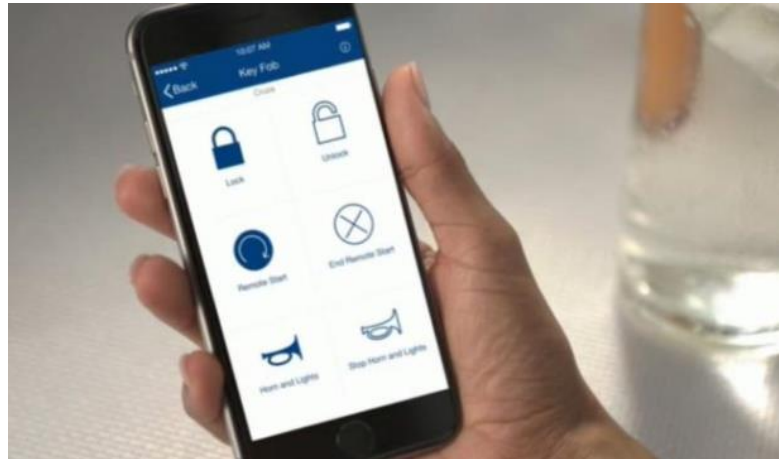


Fig 2. Menú de l'aplicació OPEL On-Star. Font: Opel.

2.2.2 Blue Link

Descripció general de l'aplicació:

Blue Link és el sistema que la marca coreana Hyundai ofereix als seus clients. Es divideix en varis apartats que s'expliquen a continuació. Millora la seguretat amb opcions com el bloqueig del tancament centralitzat, el localitzador del vehicle, entre d'altres avantatges que milloren el funcionament del vehicle.

Serveis que ofereix:

En primer lloc, *Blue Link Connected Care* consisteix en un assistent automàtic en cas de col·lisió. El vehicle es posa en contacte amb la central per notificar l'accident i demanar ajuda. També ofereix la opció de posar-se en contacte amb el servei d'assistència de manera manual les 24 hores dels 365 dies de l'any. A més, una vegada al més es rep al correu electrònic una avaluació de l'estat del cotxe.



Fig 3. Menú de l'aplicació *Blue Link*. Font: *Hyundai*.

Per altra banda, *Remote Acces* permet accedir al sistema de manera remota des del terminal mòbil. D'aquesta manera es pot encendre i apagar el motor a distància, programar l'encesa i l'apagada, controlar la temperatura de la cabina i obrir o tancar el sistema centralitzat de seguretat.

Destination Search envia directament al navegador del vehicle un destí que es busca mitjançant Google. *Blue Link* inclou la possibilitat de controlar el sistema per la veu mitjançant la tecnologia dels *smartwatch* i els *applewatch*.

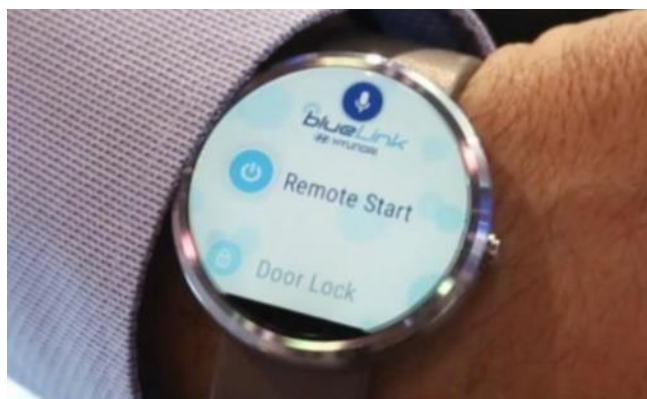


Fig 4. Versió per *smartwatch Blue Link*. Font: *Hyundai*.

2.2.3 Remote Control Range Rover Sport

Descripció general de l'aplicació:

La marca anglesa ofereix la possibilitat de controlar la direcció, acceleració i frenada del cotxe des del telèfon mòbil. En alguns casos, permet realitzar un canvi de sentit de manera automàtica sense necessitat de fer res, el propi vehicle farà les maniobres.

Serveis que ofereix:

Quan el vehicle es troba en una situació complicada o fent maniobres d'estacionament es pot controlar el cotxe des de l'exterior de forma segura a una velocitat màxima de 4 mph (6,44 km/h) podent-se regular amb l'aplicació segons les necessitats de l'usuari en cada instant de la maniobra. Es pot treure el cotxe de la plaça d'aparcament fent marxa endavant o enrere, en cas que no sigui possible accedir a l'interior del vehicle, mitjançant el mòbil.

El *Multi-Point Turn* ofereix l'opció de fer un canvi de sentit de 180º de manera automàtica. En llocs complicats on la nostra percepció ens impedeix fer mitja volta, el vehicle ho fa de manera autònoma. Mitjançant sensors es controlen tots els obstacles, inclosos els que es troben en moviment per mantenir una bona seguretat en qualsevol instant de la maniobra.



Fig 5. Vista de l'aplicació mòbil *Remote Control de Range Rover Sport*. Font: *Range Rover*.

2.2.4 BMW Connected Drive

Descripció general de l'aplicació:

La marca Alemanya ha creat el sistema *BMW CONNECTED DRIVE* que permet als usuaris tenir accés al seu vehicle de manera remota mitjançant l'aplicació mòbil *My BMW Remote* o a través del Centre de Trucades de BMW, que fa les gestions pertinents prèvia identificació de l'usuari.

Serveis que ofereix:

El sistema permet tancar el sistema de seguretat centralitzat des de l'smartphone en cas que no s'hagi fet. Es pot configurar el climatitzador a una temperatura determinada uns minuts abans de començar el trajecte. Si no es troba el cotxe, es pot fer sonar la botzina i fer ràfegues de llum per tal de trobar-lo. A més, s'incorpora la funció *Vehicle Finder* que mostra en un mapa la situació actual del cotxe amb una distància màxima d'1,5 km.

Send to Car ens ofereix la possibilitat de gestionar els missatges de text, números de telèfon i correus electrònics vinculats al mòbil des del cotxe. *BMW Routes* garanteix la millor ruta possible amb ajuts sobre la meteorologia i els diferents llocs d'interès que ens trobem pel camí. També hi ha la possibilitat d'escoltar les notícies d'actualitat que ens interessen dictades pel sistema *BMW Connected Drive*.

El sistema ens manté constantment connectats per gestionar les diferents xarxes socials des del vehicle o reproduir les llistes de música que s'han creat prèviament. En cas de conduir un altre BMW, s'ofereix la possibilitat de descarregar el nostre perfil en una memòria USB i connectar-la en qualsevol altre vehicle de la marca per tal de disposar de la pròpia configuració.



Fig 6. Vista de l'aplicació *BMW Connected Drive*. Font: *BMW*.

2.2.5 AUDI Connect

Descripció general de l'aplicació:

Audi presenta el sistema *Audi Connect* que connecta el vehicle amb el terminal mòbil mitjançant l'aplicació *myAudi*. S'ofereixen un seguit de serveis que es poden configurar al vehicle depenent del model que sigui el cotxe i de l'equipament que tingui.

Serveis que ofereix:

Audi Connect permet sincronitzar el compte de *Twitter* amb el cotxe i gestionar els missatges de forma dinàmica, llegint-los o postejant-los. També hi ha la possibilitat de carregar destinacions al sistema des del cotxe, des del mòbil o directament des de Google Maps. Ens permet guardar destinacions especials i associar imatges i dades geogràfiques a l'itinerari segons els diferents llocs d'interès pels que es passi.

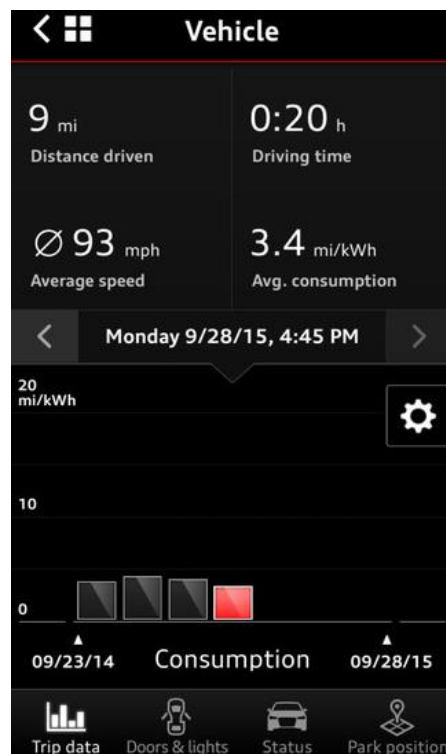


Fig 7. Aplicació AUDI Connect. Font: Audi.

L'aplicació permet consultar i controlar algunes funcions a distància com bloquejar o desbloquejar el sistema de seguretat centralitzat, calefactar independentment les diferents zones de l'interior o climatitzar el cotxe de forma global. També podem veure l'estat del vehicle i

la seva posició en tot moment. Pels vehicles de combustió fòssil, es pot consultar el nivell de combustible i d'oli i el nivell de càrrega de la bateria. I pels de combustible elèctric, es pot consultar el nivell de càrrega de les bateries i la seva autonomia. Pels dos tipus hi ha la possibilitat de consultar els kilòmetres del cotxe, l'estat de les llums de posició i estacionament, de les portes i del fre de mà.

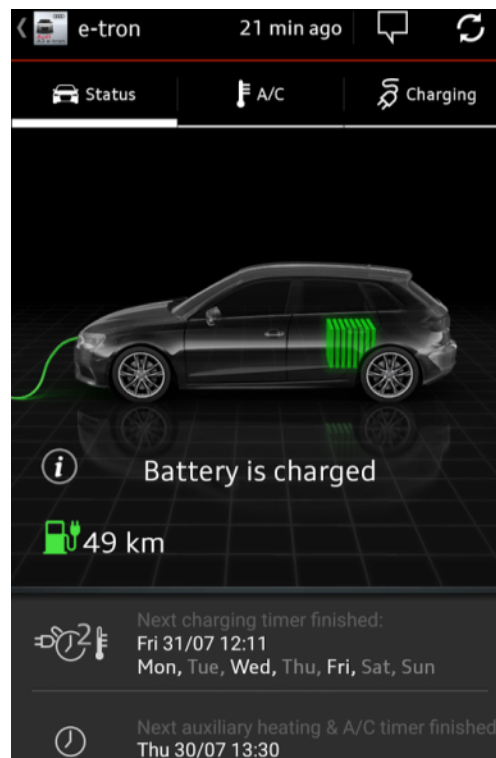


Fig 8. Autonomia de la bateria AUDI e-tron. Font: Audi.

2.2.6 Mercedes Connect Me

Descripció general de l'aplicació:

Mercedes ha creat el sistema *Connect Me* que combina varies opcions per facilitar l'ús del nostre vehicle. Certes opcions com la localització del vehicle, el tancament centralitzat, entre d'altres, es controlen mitjançant l'aplicació mòbil *Mercedes Me*.

Serveis que ofereix:

A partir de l'app, es pot localitzar el cotxe en un entorn de 1,5 km i activar el seguiment geogràfic. També permet tancar les portes del vehicle i programar la calefacció a distància. Prèvia sol·licitud, es pot demanar informació on-line sobre el nivell de combustible i la pressió dels pneumàtics.

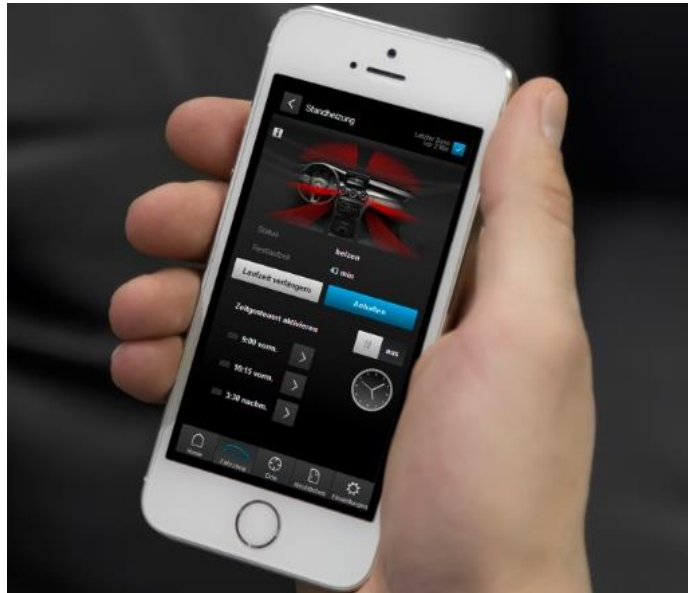


Fig 9. Mercedes Connect Me. Font: Mercedes-Benz.

El sistema permet saber la situació del tràfic en temps real, la previsió meteorològica, interactuar amb les xarxes socials i rebre notícies d'interès connectant-se a les dades mòbils del seu terminal.

A més, *Mercedes Connect Me* està recolzat per un sistema d'atenció al client les 24 hores del dia. En cas que es sofreixi una averia, es pot contactar amb aquest servei mitjançant un botó d'emergència per averia a la consola central del vehicle que coordinarà l'ajuda necessària. A aquesta consola central també es troba el botó SOS, que manual o automàticament, després d'un sinistre envia l'avís a la central juntament amb dades d'interès com la posició per coordenades GPS.

2.2.7 VOLVO On Call

Descripció general de l'aplicació:

Volvo ha creat el sistema *Volvo On Call* que permet accedir al vehicle i controlar-lo des del mòbil. Permet localitzar el vehicle, assistència en carretera i altres aspectes relacionats amb el manteniment.

Serveis que ofereix:

Com ja s'ha vist a altres marques, el sistema incorpora assistència en carretera que, en cas de necessitar-la ja sigui per averia o accident, s'envia la localització del vehicle via GPS a l'operador que gestiona les tasques d'assistència. En cas de robatori, el sistema localitza el cotxe i el bloqueja automàticament.

L'aplicació permet accedir a l'estat del cotxe per saber el nivell de combustible, per saber si les portes estan tancades o obertes, per veure els avisos de manteniment. El sistema fa un recull dels trajectes fets calculant la posició inicial i la final per saber el temps transcorregut, el consum del vehicle i permet descarregar aquesta informació en format Excel. L'aplicació permet visualitzar el vehicle en tot moment i calcular la ruta fins a la seva localització o bé, fa sonar el clàxon i fa ràfegues de llum per trobar-lo en un garatge concorregut.

Volvo On Call permet, a distància, connectar la calefacció del motor, per tal de tenir-lo a una temperatura idònia per encendre'l, i de l'habitacle. També permet encendre el motor durant 15 minuts abans d'iniciar el trajecte.

2.2.8 Seat Connect

Descripció general de l'aplicació:

La marca espanyola incorpora un sistema, controlat per l'aplicació *My Seat*, que, un cop posat el model, la matrícula i algunes altres dades del vehicle, combina la informació de manteniment i consells per a la conducció referent al nostre cotxe.

Serveis que ofereix:

Ofereix altres avantatges com assistència en carretera i en general, mostrant els taller autoritzats més propers, una guia de símbols del quadre d'instrumentació i *Encontrar mi coche*, que permet localitzar el cotxe en qualsevol moment.

A continuació, es mostra una taula de comparació entre les diferents marques esmentades anteriorment:

Tabla 1. Comparativa d'aplicacions Smart Car

Serveis	Opel	Hyundai	Range Rover	BMW	Audi	Mercedes	Volvo	Seat
Localitzador del vehicle	○	○		○	○	○	○	○
Fer sonar el clàxon i encendre els llums intermitents	○			○				
En cas de robatori, seguiment GPS i desactivar l'encesa	○					○	○	
Nivell d'oli	○				○			
Nivell de combustible	○				○	○	○	
Pressió dels pneumàtics	○					○		
Estat de la transmissió	○							
Estat del motor	○							
Estat dels airbags	○							
Tancament centralitzat	○	○		○	○	○		
Programar el navegador	○			○	○		○	
Assistent de col·lisió automàtic	○	○				○	○	○
Encendre el motor		○					○	
Control de la climatització		○		○	○	○	○	
Control per veu		○						
Control remot del vehicle			○					
Canvi de sentit automàtic			○					
Gestionar aplicacions del telèfon com missatgeria o xarxes socials				○	○			
Estat de la bateria					○			

Es pot observar que la marca que més serveis dona es Opel amb 12 serveis. Tant mateix, es pot veure que la majoria de marques tenen en comú quatre serveis importants, que són el localitzador del vehicle, el tancament centralitzat, l'assistent de col·lisió automàtic i el control de la climatització.

Hi ha altres marques conegudes, com Volkswagen, que també ofereixen aplicacions per interactuar amb el mòbil, però no de forma remota. Mitjançant un connector USB, es connecta el terminal i, des de la pantalla de la consola central, s'accedeix a les diferents *apps* que poden ser útils per a l'ús del vehicle. També hi ha d'altres, com Skoda, que permeten connectar-se via Bluetooth. És una connexió remota però dintre d'un radi de proximitat.

Empreses com Alfa Romeo, Citroën, Fiat o Renault també tenen aplicacions mòbil però no interactuen amb el vehicle. Es permet consultar períodes de venciments d'assegurances i revisions, es poden fer consultes als manuals en línia i es poden rebre notificacions sobre el manteniment.

2.3 ANÀLISI D'APLICACIONS MÒBIL PER A CASES

A banda del sector automobilístic, hi ha altres sectors que han aprofitat la tecnologia mòbil per desenvolupar productes i serveis nous relacionats amb les aplicacions mòbils. Un dels sectors que més se n'ha aprofitat és el sector immobiliari. Per analitzar diferents aplicacions s'han separat en dos grups segons si la tasca que desenvolupen és única o si engloba varies tasques.

En primer lloc, es mostra una aplicació que té com a única tasca gestionar l'enllumenat d'una zona.

2.3.1 ILUMI

Descripció general de l'aplicació:

Ilumi és un sistema que controla l'enllumenat de casa des del mòbil. Instal·lant les bombetes LED *Ilumi*, es pot canviar el color i la intensitat de la llum a partir de la seva aplicació mòbil. L'*app* es connecta a cada bombeta via Bluetooth, variant independentment les característiques de cada una.



Fig 10. Combinació de colors *ILUMI*. Font: *ILumi*.

Serveis que ofereix:

El sistema permet programar combinacions de color automatitzades per gaudir dels efectes creats i intervals d'encesa i apagada per tal de mostrar que hi ha algú a la casa en cas de marxar de vacances. També permet programar l'encesa i apagada de les llums segons la nostra rutina, a l'hora que ens despertem, a l'hora que ens anem a dormir, etcètera. Tanmateix, es pot programar l'encesa per detecció de moviment.

A continuació es mostren quatre aplicacions que engloben varies tasques dins d'un mateix propòsit com la seguretat i l'estalvi energètic.

2.3.2 IZON

Descripció general de l'aplicació:

IZON és una aplicació de seguretat per a cases que constantment grava el que passa a l'interior, envia els vídeos al núvol on es poden consultar en qualsevol moment des de l'aplicació, ja sigui via mòbil, tauleta o ordinador. També hi ha la possibilitat d'enviar-los i emmagatzemar-los directament al mòbil.

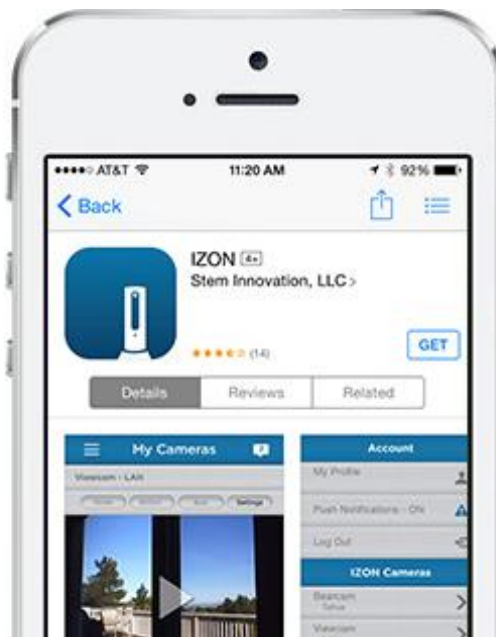


Fig 11. Aplicació IZON. Font: IZON.

Serveis que ofereix:

El sistema es capaç d'emmagatzemar al *cloud* fins a 100 vídeos que es poden consultar. D'aquesta manera no ocupen espai d'emmagatzematge al terminal mòbil.

Per vincular les càmeres amb l'usuari, l'aplicació mòbil té un codi QR. S'acosta la pantalla amb el codi QR a la càmera o càmeres que es vol vincular amb el compte i, després d'uns segons, es finalitzarà la vinculació.



Fig 12. Còdig QR per vincular les càmeres. Font: IZON.

El sistema de gravació s'activarà automàticament quan les càmeres detectin soroll o moviment a la seva zona de detecció. Les càmeres incorporen visió nocturna.

2.3.3 IVIDEON

Descripció general de l'aplicació:

IVideon és una aplicació mòbil que controla un sistema de seguretat per càmeres de videovigilància. L'empresa proveeix a l'usuari d'un sistema adaptat segons si és un negoci o un particular.

Serveis que ofereix:

S'ofereix un sistema sense límit de càmeres, podent-les controlar des del mateix terminal. L'aplicació notificarà a l'usuari en cas que es detecti moviment en una localització i temps determinat pel mateix consumidor. Incorpora un sistema híbrid d'emmagatzematge de dades entre el *cloud* i el disc dur localitzat en el lloc d'instal·lació del sistema. L'aplicació és flexible, permet tenir tantes càmeres i usuaris amb accés que es vulgui. L'usuari pot saber estadísticament quan hi ha més intrusions o problemes gràcies al sistema d'anàlisi que incorpora el programa. El sistema permet visualitzar els vídeos des de qualsevol lloc en temps real, sabent que passa en aquell mateix moment.

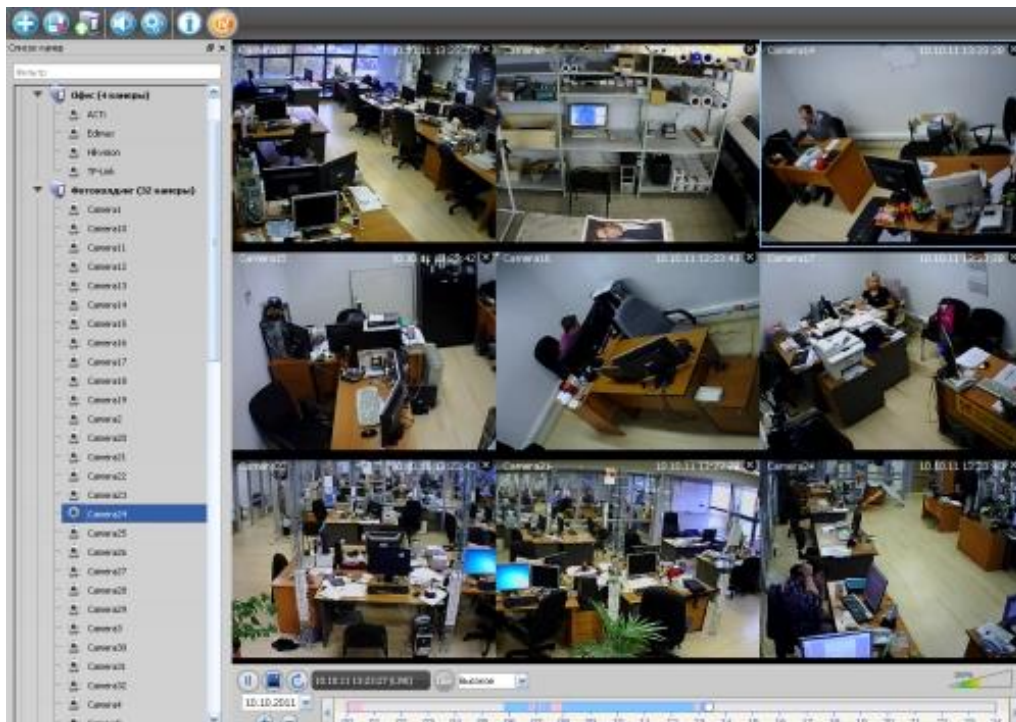


Fig 13. Visualització de les càmeres de videovigilància. Font: *IVideon*.

El sistema envia a l'usuari l'interval del vídeo quan detecta moviment o so, sempre i quan es notifiqui que no ha de detectar res. Aquesta informació s'envia a través d'antenes d'internet de 3G i s'encripten per tal que sigui complicat de piratejar.

Amb *IVideon* es pot consultar informació del passat emmagatzemada sempre que es necessiti, fent fotografies als vídeos per guardar instants determinats.

2.3.4 IPDOMO

Descripció general de l'aplicació:

IPdomo ofereix un sistema de control i gestió energètica tant per a la llar com per a empreses. Permet controlar la climatització, el consum energètic, connectar i desconectar aparells electrònics, entre d'altres.

Serveis que ofereix:

El sistema es connecta al quadre elèctric de la instal·lació per a calcular el consum elèctric i per gestionar estadístiques de consum. Un termòstat es connecta a la caldera per regular la temperatura en cas de voler augmentar-la. També es poden connectar altres equips com la il·luminació, persianes, electrodomèstics, alarmes, entre d'altres.



Fig 14. Visualització de les gràfiques de consum elèctric. Font: *IPDomo*.

Tota la informació recollida s'envia al *cloud*, mitjançant la connexió Wi-Fi, que l'emmagatzema i permet la seva consulta des de qualsevol terminal mòbil i ordinador gràcies a la seva aplicació mòbil.

2.3.5 WATTIO

Descripció general de l'aplicació:

Wattio és un sistema que gestiona la llar. Des del sistema de seguretat, l'elèctric i el tèrmic. Per instal·lar-ho, només cal escollir una opció o varies combinades entre elles per gestionar els diferents elements i serveis que s'incorporen a la casa.

Serveis que ofereix:

Mitjançant l'aplicació mòbil, es pot connectar la calefacció a distància per tal de trobar la temperatura ideal quan s'arriba a casa. Per tenir un consum més eficient, l'*app* calcula constantment la temperatura que hi ha per tal que l'usuari la reguli o, automàticament, la manté a prop del nivell seleccionat. Aquest augment o disminució de temperatura es fa de forma progressiva, mantenint un bon funcionament de la caldera. També es pot programar el termòstat tots els dies de la setmana, així es mantindrà una temperatura o una altra segons el nostre horari. Com a mesura de seguretat i tot i que no estigui programat, el sistema posa en marxa la calefacció quan la temperatura baixa de 5°C perquè no es congelin les canalitzacions.



Fig 15. Sensors i controlador Wattio. Font: Wattio.

L'aplicació rep alertes davant consums anormals o talls de llum i permet encendre i apagar els equips elèctrics des del mòbil. El *Pod* és un endoll encarregat de fer el càlcul del consum i de permetre el pas de corrent als aparells. D'aquesta manera, elimina el consum en *Stand by* i estalvia aquest consum. El *Bat* és l'aparell encarregat de monitoritzar el consum connectant-se al quadre elèctric i d'enviar alertes a l'usuari en cas d'averia.

En quant a la seguretat, el sistema incorpora tres elements, el *Door*, un sensor d'obertura de portes, el *Motion*, un sensor de moviment efectiu, inclús, en absència de llum i el *Siren*, un dispositiu d'alarma que es podrà desconnectar i connectar des del smartphone.



Fig 16. Visualització del consum de diferents aparells. Font: *Wattio*.

El sistema permet controlar el que passa a la casa en tot moment mitjançant càmeres de video-vigilància. Les càmeres enregistren el que succeeix a l'interior i ho emmagatzemen a una targeta micro-sd incorporada a la mateixa càmera. També hi ha la opció de sincronitzar-les amb el comte de *dropbox* de l'usuari per tal de poder consultar les gravacions des del terminal mòbil. A més, les càmeres incorporen un micròfon que permet, des del mòbil, comunicar-se amb l'interior de la vivenda.

Tots els dispositius *Wattio* es poden combinar entre sí per augmentar l'efectivitat del servei.

A continuació, es mostra una taula comparativa entre les diferents aplicacions de les empreses esmentades anteriorment excepte ILUMI, ja que el servei que dona és només per a l'enllumenat.

Tabla 2. Comparativa d'aplicacions *Smart Home*

Serveis	IZON	IVIDEON	IPDOMO	WATTIO
Les gravacions/informació es penjen automàticament al núvol	○	○	○	
Vinculació de càmeres amb codi QR	○			
Les gravacions s'activen amb detecció de moviment	○	○		
Visió nocturna	○			

Notificacions en cas de detectar anomalies		○		○
Visualització d'imatge en temps real		○		
Informació encriptada durant l'enviament		○		
Regular el consum elèctric			○	○
Regular el climatitzador			○	○
Pujar/Baixar persianes			○	
Connectar/Disconnectar alarmes			○	
Connectar/Disconnectar electrodomèstics			○	○
Permet vincular el compte amb un <i>Dropbox</i>				○
Càmeres amb micròfon per comunicar-se amb l'interior				○

A la taula anterior, s'observa la clara tendència a separar en dos grans grups les aplicacions per a cases. El primer grup és el d'aplicacions de seguretat, que disposen de càmeres i sensors de moviment que mostren el que passa constantment a la nostra llar. I el segon grup és el consum i confort que controlen els diferents aparells connectats al sistema per tal que consumeixin el menys possible sense deixar de banda la qualitat de l'ambient a casa.

2.4 APLICACIONS MÒBIL PER A LA NÀUTICA D'ESBARJO

Hi ha un gran ventall d'aplicacions per a la nàutica d'esbarjo però la majoria no permeten interactuar de manera més activa amb l'entorn.

Les més comuns són les aplicacions mòbil de meteorologia, com *WinFinderPRO* que indica el vent, onades i predicció meteorològica de la zona, *PocketGrib*, *WindGuru*, *Rain Alarm*, entre d'altres. També hi ha aplicacions que indiquen els tipus de nusos per a cabs, com *Useful knots*, altres que transformen la pantalla en un compàs, com *Compass Pro Plus*, amb dades com la posició GPS.

A continuació es mostren dues aplicacions mòbil que han estat creades per una empresa nacional, Marinus Apps.

2.4.1 MARINUS APPS (no permet interactuar)

Marinus Apps és una empresa que ha desenvolupat varies aplicacions mòbil relacionades amb la nàutica d'esbarjo. En tenen de dos tipus, unes més senzilles que no permeten interactuar amb l'exterior de l'aparell, com son *Test Patrón* i *Marinus RIPA*, i les més complexes que et permeten interactuar amb l'exterior i faciliten la navegació, com *AntiGarreo*, *Bearing Pilot* i *WX Course*, que tractarem a l'apartat 2.4.3.

2.4.1.1 Test Patrón

Descripció general de l'aplicació:

L'app gestiona diferents tests d'examen de la titulació de Patró d'Embarcacions d'Esbarjo (PER).

Serveis que ofereix:

L'aplicació permet realitzar tests oficials de la titulació del PER, ja sigui simulant exàmens o amb tests aleatoris o per temes. Segons els teus resultats, l'aplicació genera una gràfica que mostra el progrés de l'usuari. L'aplicació conté una versió avançada que ofereix preguntes oficials d'examen.



Fig 17. Menú de l'aplicació *Test Patrón*. Font: *Marinus Apps*.

2.4.1.2 Marinus RIPA

Descripció general de l'aplicació:

Portar el RIPA complet a l'embarcació és una norma d'obligat compliment, per això, l'aplicació conté tota la documentació necessària per a navegar que apareix al RIPA.

Serveis que ofereix:

Està desglossada per temes però també hi ha el document oficial complet. Per tant, en qualsevol moment que es volgués consultar alguna balisa, llum, bandera o el que sigui, només cal anar a l'aplicació i consultar-ho sense necessitat de connexió a internet. També incorpora la versió del document oficial que s'ha de mostrar en cas que les autoritats portuàries o marítimes o requereixin.

A continuació, s'expliquen varies aplicacions que si permeten interactuar de forma més activa.

2.4.2 MARINUS APPS (permet interactuar)

2.4.2.1 AntiGarreo

Descripció general de l'aplicació:

Controla l'estat de fondeig, si l'embarcació està ben fondejada o si l'ancora garreja.

Serveis que ofereix:

A partir del posicionament GPS, l'aplicació determina la posició del vaixell i, sabent els metres de cadena llençats, dona l'avís d'alarma quan l'embarcació surt del cercle de borneig. Ens permet descansar sense preocupar-nos del moviment de l'embarcació.

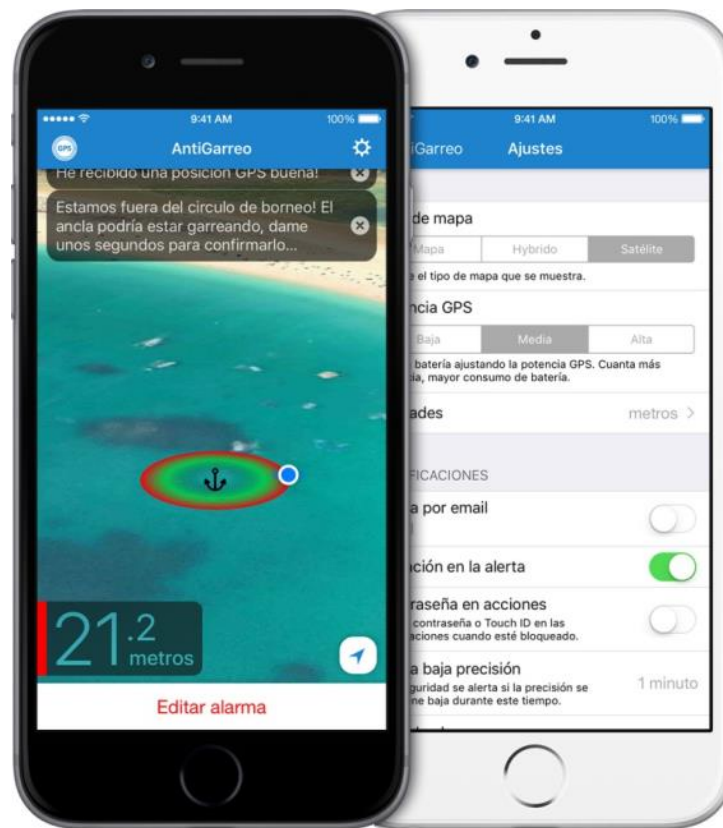


Fig 18. Vista de l'aplicació *AntiGarreo*. Font: *Marinus Apps*.

2.4.2.2 Bearing Pilot

Descripció general de l'aplicació:

L'aplicació permet marcar derrotes i marcacions des del mòbil.

Serveis que ofereix:

Amb l'aplicació, fas una fotografia d'un punt i, mitjançant el giroscopi del terminal, et mostra els graus de desviació respecte la derrota o marcació. Aquesta aplicació facilita la navegació costera pels navegants novells.



Fig 19. Marcatge d'una derrota amb *Bearing Pilot*. Font: *Marinus Apps*.

2.4.2.3 WX Course

Descripció general de l'aplicació:

WX Course permet marcar rumbos i ens mostra la velocitat actual de l'embarcació en tot moment.

Serveis que ofereix:

L'aplicació permet marcar rumbos i saber la velocitat que es porta en aquell moment. Incorpora la opció d'instal·lar-la a un *applewatch* per poder visualitzar-la amb el rellotge sense necessitat de treure a la coberta de l'embarcació un terminal mòbil més gran i menys manejable que pugui arribar a caure per la borda.

2.4.3 BOATING

Descripció general de l'aplicació:

Navionics ha creat la aplicació mòbil *Boating*, una APP que permet crear rutes de navegació des d'un terminal mòbil.

Serveis que ofereix:

Utilitza les cartes nàutiques, els mapes de Google Earth i el servei meteorològic de cada zona per marcar la millor ruta en aquell moment. Es pot utilitzar l'aplicació amb connexió a internet o sense connexió, prèvia instal·lació de les cartes nàutiques de la zona al terminal mòbil.



Fig 20. Mapa de rutes de *Boating*. Font: *Navionics*.

2.4.4 NAUTICHECK

Descripció general de l'aplicació:

Nauticheck és una aplicació creada per *NauticAdvisor* des de la que es gestiona un sistema de monitorització de varis paràmetres del vaixell. Està dividida en 4 grans funcions com un servei d'alarmes mitjançant sensors, un gestor de la documentació del vaixell i tot un seguit d'elements que es comenten a continuació.

Serveis que ofereix:

En primer lloc permet penjar la tota la documentació del vaixell obligatòria al *cloud* fent fotografies a tots els documents amb el telèfon mòbil. Per tant, facilita la relació vaixell-port a l'hora d'entrar-hi ja que no cal tenir tots els papers al vaixell. El propi port accedeix a les dades del vaixell mitjançant el *cloud* reduint el temps de gestió de documents.

En segon lloc permet crear alertes de caducitat de la documentació. Introduint la data de caducitat de cada document al programa s'activarà una alerta de caducitat per tal que es pugui renovar la informació que faci falta i l'usuari es pugui oblidar de pensar en les dates o en consultar tota la documentació de tan en tan.

En tercer lloc posseeix una cartera d'empreses de reparació molt extensa que, en cas d'avaria, notifica les diferents empreses que hi ha al voltant de la ubicació de l'embarcació per tal de reduir el temps de cerca d'empreses en una zona que no es coneix. A part, genera un pressupost de cada taller per que es pugui escollir el més adient per a l'usuari.

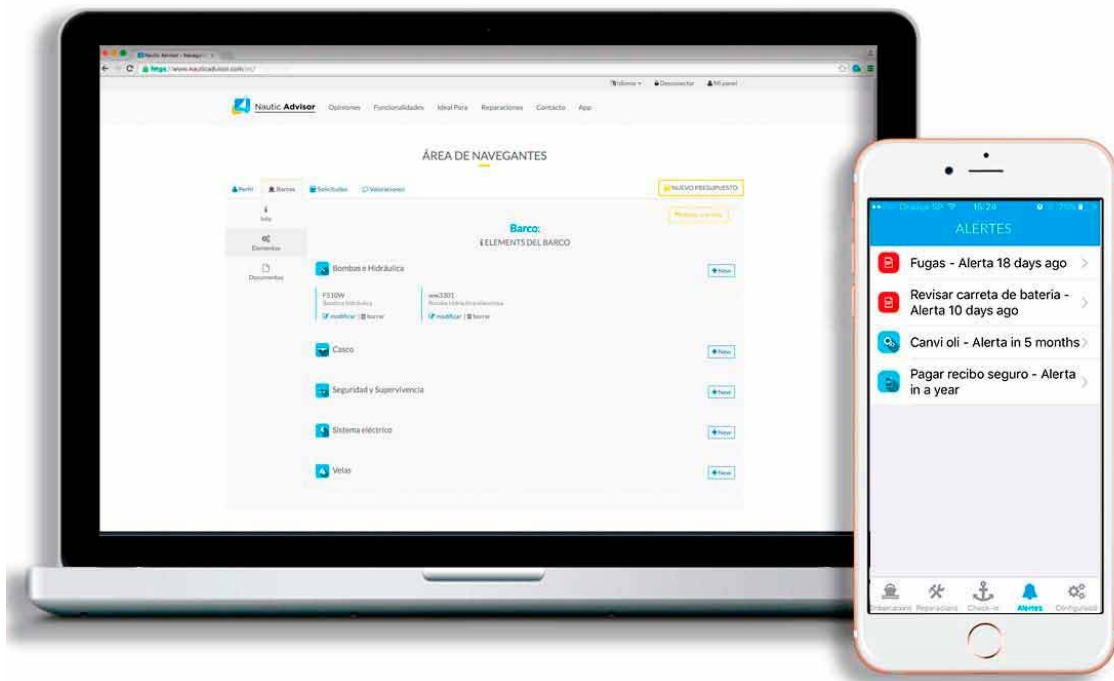


Fig 21. Visualització dels avisos d'averies. Font: *NauticAdvisor*.

Per últim, gestiona un sistema d'alarma al vaixell mitjançant sensors. Incorpora un sensor de posicionament GPS des d'on permet saber la posició del vaixell en tot moment. Per sensors de vibració, permet detectar qualsevol col·lisió que pateix el vaixell i, mitjançant el sistema de posicionament GPS, identifica el costat que ha patit el cop i en registra temps i posició. Això facilita l'entesa entre les

diferents asseguradores a l'hora d'acceptar la culpa i accedir a indemnitzar l'usuari. Mitjançant la instal·lació d'un sensor magnètic perimetral, permet saber si es produeix una intrusió a l'habitacle de l'embarcació.

El sistema té instal·lat un sensor de nivell del tipus flotador a la sentina del vaixell per, en cas d'inundació, donar el senyal d'alarma a l'usuari per tal que ho pugui solucionar. El *hub* que gestiona tot el sistema de monitorització va connectat a la bateria principal del vaixell, monitoritzant el voltatge per saber-ne el consum.

Com a tret diferenciador, *NauticAdvisor* no ven la instal·lació del sistema de monitorització, sinó que el lloga. Per tant, en cas que l'usuari ho tingui instal·lat pagant la quota mensual, un cop no es vulgui seguir beneficiant del servei només cal deixar de pagar la quota i desinstal·lar el sistema.

NauticAdvisor es centra en una política de hardware i software semi-obert. Permeten la integració de terceres persones que vulguin aportar noves idees tecnològiques per millorar el servei.

Per aquest motiu, després de contactar amb personal de *NauticAdvisor*, s'ha decidit que el sistema de monitorització que es vol crear sigui una ampliació del seu. Aprofitant el seu *hub* de control, afegirem un seguit de sensors per ampliar el seu servei.

El sistema de comunicació que utilitzen entre els diferents sensors i el *hub* és el cablejat, ja que en distàncies curtes no te pèrdues d'informació i redueix el cost de la instal·lació.

D'altra banda, per poder accedir a la informació des de l'aplicació, el *hub* utilitza la tecnologia de l'Internet de les coses, *Internet of Things* (IoT), també anomenada M2M, que vol dir màquina a màquina, *Machine to Machine*. L'Internet de les coses és una tecnologia que pretén connectar els aparells entre si mitjançant el *cloud*. És a dir, que un sensor pugui penjar la informació de manera autònoma a internet i que des d'un altre aparell, com un telèfon mòbil, es pugui accedir a aquesta informació.

A continuació es mostra una taula de la comparativa entre les diferents *apps* que s'han trobat per embarcacions d'esbarjo.

Tabla 3. Comparativa d'aplicacions *Smart Boat*

Serveis	Boating	AntiGarreo	BearingPilot	WX Course	Nauticheck
Crear rutes de navegació	○				
Utilitzable amb o sense internet	○				
Posicionament GPS		○			○
Alarma quan l'àncora garreja		○			
Marcar derrotes i marcacions			○		
Marcar rumbs i velocitat				○	
Intercanvi de documentació embarcació-port					○
Alertes de caducitat d'informació					○
Generar pressupost d'avaries, notificant empreses de reparació al voltant					○
Alerta de col·lisió					○
Alerta d'intrusió					○
Nivell de sentines					○
Nivell de bateria					○

Després de l'estudi, s'ha comprovat que les aplicacions per els *Smart Boat* encara no estan tan desenvolupades, com en el cas dels cotxes o les cases, però comencen a haver-hi empreses que aposten per aquesta tecnologia. És el cas de *Nauticheck*, que surt de les *apps* normals i engloba un seguit de serveis nous que altres no tenen, son molt completes i demostren que es poden monitoritzar més elements dels que es poden arribar a pensar.

Capítol 3. SISTEMES BÀSICS DE LES EMBARCACIONS D'ESBARJO.

3.1 DESCRIPCIÓ DELS DIFERENTS SISTEMES

Un equip és un conjunt d'elements o màquines instal·lades per un determinat fi. Si aquest, a través d'una xarxa de canonades, és capaç de generar una prestació al vaixell, es denomina servei. I al conjunt d'equips i serveis l'anomenem sistema.

Els tancs són elements molt importants per la subsistència dels diferents sistemes. A continuació s'indiquen els diferents tancs que es troben a una embarcació d'esbarjo que es podrien analitzar el seu nivell pel manteniment:

- Tanc de combustible
- Càrter d'oli del motor principal
- Tanc d'aigua dolça sanitària
- Tanc d'aigua dolça refrigerant
- Nivell de sentines
- Tanc d'aigües grises i negres residuals

Tot seguit, s'analitzen cada un dels equips, serveis i sistemes que es troben a l'embarcació per tal de determinar tots els elements que es podrien introduir al sistema d'anàlisi de manteniment que es vol fer. A continuació, es mostra una llista dels diferents elements que es pretén controlar per cada sistema de l'embarcació.

- SISTEMA DE BUIDATGE DE SENTINES:
 - Col·lector principal i altres col·lectors de buidatge
 - Bombes de buidatge
 - Vàlvules de buidatge

- SISTEMA D'AIGUA SALADA:
 - Col·lector de refrigeració del col·lector d'aigua dolça
 - Preses de mar i aixetes de fons
 - Bombes d'aigua salada de refrigeració
 - Vàlvules d'aigua salada de refrigeració
- SISTEMA D'AIGUA DOLÇA:
 - Bombes de circulació d'aigua dolça de refrigeració
 - Bombes de circulació d'aigua dolça sanitària
 - Col·lectors d'aigua dolça de refrigeració
 - Col·lectors d'aigua dolça sanitària
 - Temperatura d'aigua dolça de refrigeració
- SISTEMA DE COMBUSTIBLE:
 - Bomba de distribució de combustible
 - Col·lectors de combustible
 - Vàlvules de pas de combustible
- SISTEMA DE LUBRICACIÓ:
 - Temperatura de l'oli lubricant
 - Pressió de l'oli lubricant
 - Bomba de distribució (en cas de tenir el sistema de lubricació extern)
- SISTEMA DE PROPULSIÓ:
 - Temperatura del motor
 - Gasos d'escapament
 - Alerta de posada en marxa del motor principal
 - Vibracions del motor
 - Vibracions de l'eix motriu
- SISTEMA D'AIGÜES GRISES I NEGRES
 - Col·lectors de desaigua
 - Bombes de desaigua
 - Vàlvules del sistema de desaigua
 - Filtres
- SISTEMA DE BATERIES
 - Estat de la bateria principal
 - Estat de la/es bateria/es de servei

Amb tot això, hi ha altres elements importants que poden formar part del sistema de monitorització:

- Temperatura de l'habitacle

- Humitat de l'habitacle
- Temperatura de la càmera de màquines
- Humitat de la càmera de màquines
- Gasos de la càmera de màquines
- Posicionament GPS
- Alerta d'intrusió a l'habitacle
- Alerta de col·lisió

Tant mateix, els velers incorporen altres elements que les embarcacions motores no tenen. A continuació, mostrem varis elements que es podrien controlar:

- Vibracions del màstil
- Vibracions de la botavara
- Tensió dels estais i els obencs

3.2 ELEMENTS A CONTROLAR

A l'hora de crear el sistema de monitorització es podrien afegir tants elements a controlar com l'usuari vulgui però, com hi ha diferents nivells d'importància dels elements segons cada usuari, es diferencien entre paràmetres bàsics, paràmetres addicionals i paràmetres posteriors a l'encesa del motor.

Tabla 4. Elements a controlar

Elements	Bàsics	Addicionals	Amb motor encès
Tanc de combustible	○		
Càrter d'oli	○		
Tanc d'aigua dolça de refrigeració	○		
Tanc d'aigua dolça sanitària		○	
Nivell de sentines	○		
Tanc d'aigües grises i negres residuals		○	
Col·lector principal i altres col·lectors de buidatge de sentines		○	
Bombes de buidatge de sentines		○	
Vàlvules de buidatge de sentines		○	
Col·lector de refrigeració del col·lector d'aigua dolça		○	
Preses de mar i aixetes de fons			○
Bombes d'aigua salada de refrigeració		○	
Vàlvules d'aigua salada de refrigeració		○	
Bombes de circulació d'aigua dolça de refrigeració		○	
Bombes de circulació d'aigua dolça sanitària			
Col·lectors d'aigua dolça de refrigeració		○	

Col·lectors d'aigua dolça sanitària			
Temperatura d'aigua dolça de refrigeració			
Bomba de distribució de combustible			
Col·lectors de combustible			
Vàlvules de pas de combustible			
Temperatura de l'oli lubricant			
Pressió de l'oli lubricant			
Bomba de distribució			
Estat de la bateria principal			
Temperatura del motor			
Gasos d'escapament			
Alerta de posada en marxa del motor principal			
Vibracions del motor			
Vibracions de l'eix motriu			
Col·lectors de desaigua			
Bombes de desaigua			
Vàlvules del sistema de desaigua			
Filtres			
Estat de la/es bateria/es de servei			
Temperatura de l'habitacle			
Humitat de l'habitacle			
Temperatura de la càmera de màquines			
Humitat de la càmera de màquines			
Gasos de la càmera de màquines			
Posicionament GPS			
Alerta d'intrusió a l'habitacle			
Alerta de col·lisió			
Vibracions del màstil			
Vibracions de la botavara			
Tensió dels estais i els obencs			

Tenint en comte que, com s'esmenta al punt 1.4.3, *Nauticheck* incorpora els sensors de nivell de sentines, el sensor d'estat de la bateria, el sensor de posicionament GPS, el sensor d'alerta d'intrusió i el d'alerta de col·lisió.

Per tant, es pretén ampliar el seu servei amb el sensor del tanc de combustible, el del càrter d'oli i el del tanc d'aigua dolça de refrigeració.

3.3 ENQUESTES

Per tal que el sistema de monitorització resolgui les necessitats dels usuaris, s'ha pensat de fer entrevistes a usuaris de la nàutica d'esbarjo, de diferents edats i estil de vaixell, ja sigui a motor o a vela, monocasc o catamarà. D'aquesta manera, es pot conèixer de manera general els problemes que

pateixen els diferents usuaris per adaptar la solució a tots. A partir de les diferents opinions es genera la taula 4 anteriorment mostrada dels diferents elements a controlar.

S'han entrevistat a 20 usuaris de la nàutica d'esbarjo mitjançant l'aplicació de formularis de Google que, via internet, permet enviar enquestes a qualsevol correu electrònic i generar estadístiques segons les diferents respostes dels usuaris.

A continuació es mostra l'entrevista feta als usuaris:

TIPUS D'EMBARCACIÓ

- ☐ Veler
- ☐ Motor

TIPUS DE CASC

- ☐ Monocasc
- ☐ Catamarà
- ☐ Trimarà

ESLORA

- ☐ $L < 10$ metres
- ☐ $10 \text{ metres} < L < 18 \text{ metres}$
- ☐ $18 \text{ metres} < L < 24 \text{ metres}$

MARCA I MODEL DEL VAIXELL

- ☐ *Resposta oberta a escriure per l'usuari*

EL PORT D'AMARRA ES TROBA AL LLOC ON VIU?

- ☐ SI
- ☐ NO

TEMPS DE TRAJECTE AL port

- ☐ De 0 a 30 minuts
- ☐ De 30 a 60 minuts
- ☐ D'1 hora a 2 hores
- ☐ Més de 2 hores

ELEMENTS QUE COMPROVEU QUAN FEU EL MANTENIMENT O SORTIU A NAVEGAR

- Resposta oberta a escriure per l'usuari

ESTARIA INTERESSAT EN UN SISTEMA QUE REULLI LA INFORMACIÓ DEL VAIXEL PER TAL QUE ES PUGUI CONSULTAR A DISTÀNCIA?

- Molt Interessat
- Interessat
- Indiferent
- Poc Interessat
- Gens Interessat

QUINS ELEMENTS VOLDRIA CONTROLAR?

- Resposta oberta a escriure per l'usuari

INSTAL·LARIA UNA APLICACIÓ AL MÒBIL QUE LI PERMETÉS CONSULTAR LA INFORMACIÓ DEL VAIXELL PER PODER INTERACTUAR AMB ELEMENTS COM LA BATERIA O EL MOTOS PRINCIPAL?

- Molt Interessat
- Interessat
- Indiferent
- Poc Interessat
- Gens Interessat

Tot seguit, es mostren els resultats que s'han tret :

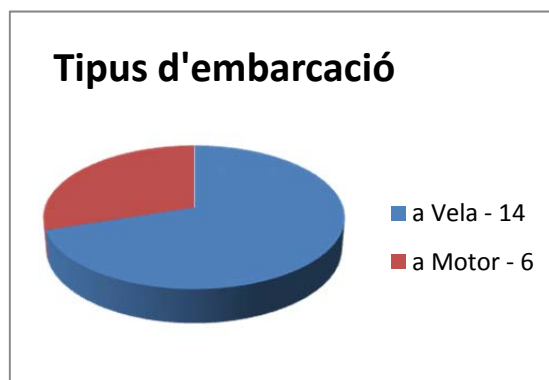


Fig 22. Tipus d'embarcació

El 70% dels usuaris son propietaris d'embarcacions a vela i l'altre 30% d'embarcacions a motor.

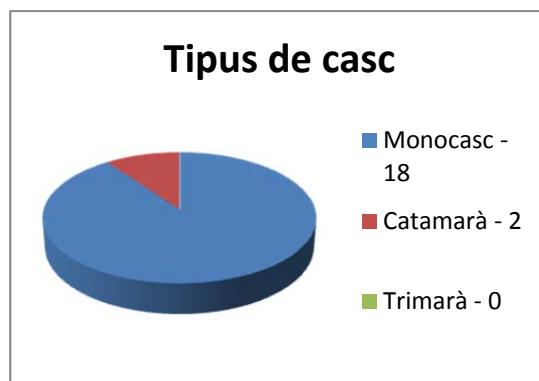


Fig 23. Tipus de casc

El 90% dels usuaris tenen embarcacions monocasc i l'altre 10% tenen catamarà.

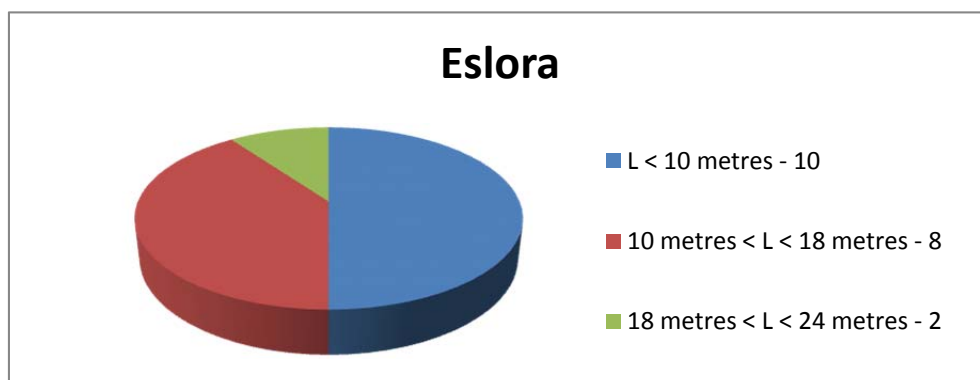


Fig 24. Tipus d'eslora

El 50% de les embarcacions dels usuaris tenen l'eslora menor a 10 metres, el 40% la tenen entre 10 i 18 metres i el 10% restant la te entre 18 metres i 24 metres. En cas de superar aquests 24 metres, es consideraria l'embarcació com a iot i no entraria dins els paràmetres d'aplicació del sistema, ja que l'escala a la qual s'aplicaria seria massa gran per l'objectiu de reduir el cost.

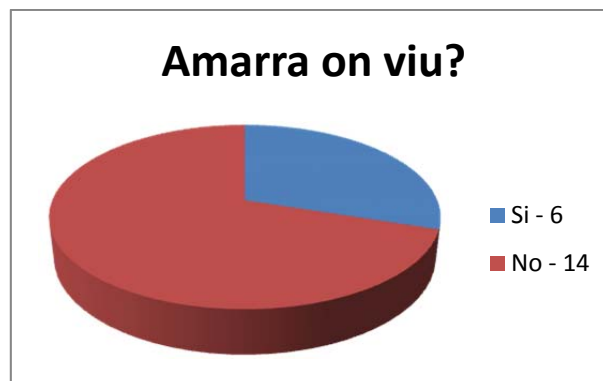


Fig 25. Situació de l'amarra

El 30% dels usuaris enquestat tenen l'amarra del port al municipi on viuen i, per tant, el trajecte serà de curta durada. Però l'altre 70% dels usuaris s'han de desplaçar per anar a l'embarcació, fet que provoca invertir temps pel trajecte.



Fig 26. Temps de trajecte

El 35% dels usuaris tenen un trajecte fins a l'amarra de menys de 30 minuts, el 45% tenen un trajecte de 30 minuts a 60 minuts i el 20% que resta el tenen d'1 a 2 hores. Es pot observar que els trajectes no son molt extensos però poder-se estalviar 1 o 2 hores del temps de trajecte fent un clic al mòbil pot convèncer a més d'un usuari.



Fig 27. Interès en el sistema

El 95% dels usuaris estarien interessats (55%) o molt interessats (40%) en instal·lar el sistema de monitorització a la seva embarcació davant la indiferència del 5% restant. De ben segur que, després d'analitzar els pros i contres del sistema i fent un pressupost de la instal·lació, aquest 5% que resta indiferent podria canviar d'opinió.

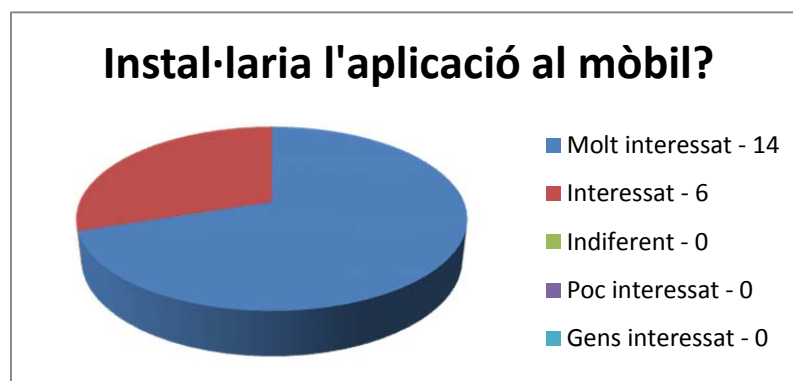


Fig 28. Interès en l'aplicació

El 100% dels usuaris han respost que estan interessats (30%) o molt interessats (70%) en instal·lar l'aplicació mòbil de control al terminal mòbil, fet que garantiria l'èxit de la seva creació.

A continuació, es mostren les respostes que els usuaris han escrit en les dues preguntes en que s'havia de redactar i la quantitat d'usuaris que l'han respost. D'aquesta manera es sabrà quins elements tindrien més demanda entre els usuaris de la nàutica d'esbarjo.

ELEMENTS QUE COMPROVEU QUAN FEU EL MANTENIMENT O SORTIU A NAVEGAR

- Nivell de combustible; 14 usuaris (70%).
- Aigua de refrigeració del motor principal; 15 usuaris (75%).

- Estat de la bateria principal; 12 usuaris (60%).
- Obra viva del casc; 4 usuaris (20%).
- Timó; 1 usuari (5%).
- Estat de les veles; 5 usuaris (25%).
- Estat de la jarcia; 6 usuaris (30%).
- Nivel de l'oli lubricant del motor principal; 14 usuaris (70%).
- Estat dels radars; 2 usuaris (10%).
- Llums de navegació; 2 usuaris (10%).
- Funcionament del pilot automàtic; 1 usuari (5%).
- Estat de l'amarra; 8 usuaris (40%).
- Electrònica; 5 usuaris (25%).
- Nivell de sentines; 18 usuaris (90%).
- Estat de les aixetes de fons; 9 usuaris (45%).
- Funcionament de la radio; 3 usuaris (15%).
- Humitat a bord; 10 usuaris (50%).

Es pot observar que els elements que la majoria dels usuaris comproven són el nivell de combustible, l'estat de l'aigua de refrigeració del motor principal, l'estat de la bateria principal, el nivell de l'oli lubricant, el nivell de les sentines i la quantitat d'humitat a bord.

QUINS ELEMENTS VOLDRIA CONTROLAR?

- Nivell de combustible; 16 usuaris (80%).
- Aigua de refrigeració del motor principal; 18 usuaris (90%).
- Estat de la bateria principal; 15 usuaris (75%).
- Estat de les veles; 5 usuaris (25%).
- Estat de la jarcia; 6 usuaris (30%).
- Nivel de l'oli lubricant del motor principal; 16 usuaris (80%).
- Estat dels radars; 2 usuaris (10%).
- Llums de navegació; 2 usuaris (10%).
- Estat de l'amarra; 12 usuaris (60%).
- Electrònica; 5 usuaris (25%).
- Nivell de sentines; 19 usuaris (95%).
- Estat de les aixetes de fons; 11 usuaris (55%).
- Humitat a bord; 12 usuaris (60%).
- Temperatures als diferents espais de l'embarcació; 11 usuaris (55%).
- Vibracions del motor; 7 usuaris (35%).
- Vibracions del màstil; 5 usuaris (25%).
- Alerta d'intrusió a l'embarcació; 4 usuaris (20%).

Es pot observar que els elements que la majoria d'usuaris voldrien poder controlar des de l'aplicació mòbil són els nivells de combustible, d'aigua de refrigeració del motor principal, de l'oli lubricant i de les sentines, l'estat de la bateria principal, l'estat de l'amarra, l'estat de les aixetes de fons i la temperatura i humitat als diferents espais de l'embarcació.

També observem que hi ha un augment del percentatge de respostes sobre els elements que incorporarien a l'aplicació per poder fer un control d'ells en favor del manteniment de l'embarcació. Això vol dir que, en molts dels casos, els usuaris quan van a navegar fan un petit control superficial d'alguns elements però, per no perdre temps d'esbarjo, en deixen d'altres sense supervisar.

L'aplicació eliminaria el temps de comprovació de tots aquests elements necessaris i, sempre que s'anés a navegar, es coneixeria l'estat de més elements i amb més antelació que en l'actualitat.

Per concloure aquest apartat, es pot dir que els usuaris de la nàutica d'esbarjo estan molt interessats en dotar les seves embarcacions amb sistemes que, a petita escala, puguin controlar l'estat continu dels diferents elements i poder-ho visualitzar des del telèfon mòbil, fet que dona validesa a aquest TFG.

Capítol 4. ESTUDI DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ.

4.1 ESTUDI DELS DIFERENTS SENSORS

Un sensor és un dispositiu capaç de detectar magnituds físiques o químiques, anomenades variables d'instrumentació, y transformar-les en variables elèctriques que alimentin un circuit i puguin ser utilitzades.

Les variables d'instrumentació poden ser: volum, caudal, temperatura, intensitat de llum, distància, acceleració, desplaçament, pressió, força, humitat, moviment, etc. Les variables elèctriques poden ser: resistència elèctrica, capacitat elèctrica, tensió elèctrica, corrent elèctrica, etc.

Els sensors poden ser:

- Segons el seu funcionament: actius o passius.
- Segons el tipus d senyal d'entrada: digitals, analògics o temporals.
- Segons el rang de valors d'entrada: on/off o de mesura.
- Segons el nivell d'integració: discrets, integrats o intel·ligents.

Continguts en la classificació anterior, hi ha sensors de tipus molt variats. Per exemple, sensors de llum, de pressió de força i parell, acústics, de desplaçament i deformació, de posició i ubicació geogràfica, de temperatura, d'humitat, de velocitat, d'acceleració, de magnetisme, de proximitat, de caudal, de presència, tàctils, d'acidesa, entre d'altres.

Donat que a la simulació s'ha decidit incloure només els elements de control bàsics, a continuació s'analitzen, per a cada un d'ells, els diferents tipus de sensors que es podrien instal·lar i, per a cada element, s'escollirà un d'ells.

4.1.1 Sensors de nivell

Per al tanc de combustible, el càrter d'oli, el tanc d'aigua de refrigeració i el nivell de sentines es necessita un sensor de nivell.

- Sensors de nivell de punt. Serveixen per marcar l'altura d'un líquid a un nivell determinat. Quan arriba a aquest nivell, el sensor produeix un senyal analògic, per tant, poden funcionar com una alarma. Dins d'aquests es troben els següents:
 - Vareta de mesura: vareta que s'introdueix a l'interior del líquid i, al treure-la, queda marcat el nivell.
 - Cristall de mesura: tub transparent que es col·loca a l'exterior del continent que permet visualitzar un líquid que augmenta o disminueix la seva altura depenent de l'altura del líquid que es vol mesurar, és a dir, adopta la mateixa altura.
 - Flotador mesurador: flotador que es col·loca a l'interior del continent que, transmeten la seva posició a l'exterior, arriba al nivell mínim o màxim que s'ha preestablert.



Fig 29. Flotador Mesurador. Font: *DirectIndustry*.

- Mesuradors conductius: es col·loquen dos elèctrodes connectats a una pila a la posició de nivell màxim que es vol mesurar, quan el líquid conductor de l'electricitat arribi a l'altura dels elèctrodes, tancarà el circuit elèctric. Tan mateix, si col·loquem els dos elèctrodes a la posició de nivell mínim, romandrà el circuit tancat fins que el líquid baixi del nivell on es troben els elèctrodes obrint el circuit.
- Sensors de nivell continus. Son més sofisticats que els de nivell de punt, ja que fan el seguiment del nivell d'un sistema en tot moment. Per a generar un procés de gestió d nivell es necessita que la senyal de sortida estigui connectada a un bucle de control de procés i a un visualitzador.
 - Mesurador per nivell de pressió: es col·loca a la part baixa del dipòsit un mesurador de pressió relativa que, sense tenir en compte la pressió atmosfèrica, recollirà la pressió del líquid i, ajustant la densitat, es podrà conèixer el nivell.
 - Mesurador per bombolleig: es col·loca una vareta al buit fins al fons del dipòsit. La pressió que hi haurà a la punta de la vareta equivaldrà a l'altura del líquid que es transmetrà a un sensor de pressió col·locat a l'exterior.
 - Mesurador radioactiu: consisteix en emissions de raigs X que es transmeten pel dipòsit. Com la transmissió de raigs és inversament proporcional a la massa del fluid del dipòsit, la radiació captada és inversament proporcional al nivell del fluid.
 - Mesurador capacitiu: mesuren les variacions de capacítància d'una sonda introduïda en el líquid. Com el medi dielèctric de l'aire no és el mateix que el d'un líquid, mesurant la quantitat de càrrega elèctrica que hi ha a la sonda s'estableix la quantitat de líquid.



Fig 30. Mesurador Capacitiu. Font: *DirectIndustry*

- Sistemes de radar: es mesura mitjançant senyals de radar transmeses des de la part superior del dipòsit. La senyal es reflexa a la superfície del líquid i retorna a l'antena. Com l'eco té una freqüència diferent, aquesta diferència serà proporcional a l'altura del líquid.
- Mesurador per ultrasons: es basa en la emissió d'un impuls ultrasònic a una superfície reflectant i la recepció de l'eco del mateix a una superfície receptora. El retard de la recepció de la senyal dependrà de l'altura del líquid.

Tabla 5. Comparativa Sensors de Nivell

SENSORS	AVANTANTGES	INCONVENIENTS
Vareta de mesura	Senzillesa i precisió	No monitoritzable
Cristall de mesura	Senzillesa i precisió	No monitoritzable
Flotador mesurador	Precisió a l'hora de marcar un nivell màxim o mínim, fàcil instal·lació, és el més utilitzat	Elements mecànics que poden patir problemes
Mesuradors conductius	Son senzills i econòmics	La majoria de líquids condueixen l'electricitat
Mesurador per nivell de pressió	Senzill d'utilitzar i d'instal·lar	Possibilitat d'obstruir-se falsejant les dades
Mesurador per bombolleig	Son robustos i no tenen parts mòbils en contacte amb el líquid	No recomanable per viscositats altes que puguin aturar les bombolles
Mesurador Radioactiu	És molt precís	Utilitza la radiació per mesurar i l'aire i els gasos poden falsejar les lectures

Mesurador Capacitiu	No tenen parts mòbils	La temperatura pot afectar a les constants dielèctriques, falsejant les lectures
Sistemes radar	Son els més precisos	La seva funció és per a grans dipòsits, ja que el seu preu és molt elevat
Mesurador per ultrasons	No hi ha parts immerses al líquid i la seva col·locació és molt senzilla	Presenten problemes quan els líquids formen escumes o la geometria del dipòsit genera ecos que puguin interferir en les ones

4.1.2 Sensors de bateria

Per a la bateria es necessita un sensor electrònic per a bateries. Durant la recerca dels diferents tipus existents s'ha comprovat que no hi ha diferents mètodes de mesura, com els sensors de nivell, sinó que hi ha diferents fabricants i molts sensors de fabricació pròpia, però tots segueixen el mateix patró de mesura. Per tant, a continuació s'analitzen dos fabricants diferents.

4.1.2.1 Sensor Intel·ligent de Bateria (IBS) – HELLA

L'empresa alemanya ha creat l'IBS, un sensor per a bateries que realitza la mesura de paràmetres com la tensió, la corrent i la temperatura. L'IBS es fixa al pol negatiu de la bateria a través del born de pol. El shunt o derivació de pol es col·loca a la línia de càrrega i serveix com a resistència per mesurar la corrent de manera indirecta. Per comunicar el sensor amb la unitat de control fa servir el protocol LIN. Connectant-se al pol positiu de la bateria proporciona la tensió de subministrament que serveix per mesurar la tensió de la bateria. El sensor gestiona la bateria i els equips electrònics en el cas que l'estat de la bateria sigui crític.



Fig 31. Sensor HELLA. Font: HELLA.

4.1.2.2 Sensor Electrònic de Bateries (EBS) – BOSCH

Bosch Electronics ha creat el sensor electrònic de bateries per millorar la gestió de les bateries. Es munta sobre els pols de la bateria i registra amb exactitud les magnituds com la corrent, tensió i temperatura. Amb els valors mitjans, el sistema supervisa l'estat actual i pronostica l'estat futur de la bateria. El sistema gestiona l'estat de la bateria distribuint l'energia, proporcionant una potència fiable en tot moment i garanteix que el motor es posarà en marxa el pròxim cop que es vulgui encendre.



Fig 32. Sensor BOSCH. Font: *BOSCH Electronics*.

Tabla 6. Comparació entre els dos sensors

	HELLA	BOSCH
Tensió Mínima	6V	6V
Tensió Màxima	16,5V	18V
Corrent Màxima	±1500A	±1500A
Temperatura de Servei	-40°C a 105°C	-40°C a 105°C

4.1.3 Sensors de posicionament GPS

El sistema de posicionament global permet determinar a tota la superfície terrestre la posició d'un objecte. El GPS funciona mitjançant una xarxa, creada pel Departament de Defensa dels Estats Units, de 24 satèl·lits repartits en òrbites que cobreixen tota la superfície de la Terra . Per determinar una posició, el receptor de senyal es vincula amb mínim tres satèl·lits rebent un senyal amb la identificació i l'hora del satèl·lit. Amb això, l'aparell sincronitza el rellotge del GPS i calcula la distància amb el satèl·lit que, mitjançant el mètode de la trilateració inversa, calcula la distància fins el punt de mesura. Amb les distàncies es determina la posició amb facilitat.

Hi ha dues radio freqüències diferents segons la final a la qual està destinat l'element a posicionar. Si volem posicionar un element en l'àmbit civil la radio freqüència és de 1575,42 MHz (L1) i si és en l'àmbit militar la radio freqüència és de 1227,60 MHz (L2).

Actualment, el sistema GPS està molt desenvolupat i el ventall d'empreses fabricants d'aparells GPS es molt gran.

4.1.4 Sensors d'alerta d'intrusió

Per determinar si algú ha entrat a l'habitacle del nostre vaixell existeixen varis tipus de sensors per detectar-ho, ja siguin detectors de moviment o per contacte magnètic.

4.1.4.1 Detectors de moviment

Son dispositius electrònics que responen a moviments físics. El sistema pot estar compost per una càmera o, per millorar la qualitat i precisió del sistema, amb més d'una càmera, multiplexors i gravadores digitals.

- Sensor d'ultrasons: s'emeten ones d'ultrasons imperceptibles per l'oïda humana que detecten les fluctuacions de les ones de retorn.
- Sensor de moviment doble (infraroig/ultrasons): combinen la tecnologia d'infraroig i d'ultrasons, activant el senyal d'alarma només quan tots dos detecten els canvis, així eviten falses alarmes.
- Barreres infraroges: es compon d'un emissor i un receptor de senyal enfrontats l'un de l'altre i un cop que s'interromp la senyal infraroja entre ells salta la alarma.



Fig 33. Barreres infraroges. Font: Colbox Sites.

- Sensor Passiu d'Infraroig (PIR): capta la diferència de temperatura entre el cos humà i l'espai on es troba el sensor.
- Sensor Inercial o Sísmic: la seva funció és detectar contactes i cops sobre una base.
- Sensor de Trencament de Vidres: són detectors microfònics que s'activen al percebre l'agudesesa del so de trencament de vidres i, també, hi ha els que funcionen per diferència de pressió en l'estància on es troba el vidre.

4.1.4.2 Sensors magnètics perimetrals

El sensor està format per un imant i un contacte que al separar-se produeixen un canvi en la força del camp magnètic provocant que l'alarma salti. És molt eficaç però té l'inconvenient de la connexió des del sensor fins al sistema d'alarma.



Fig 34. Sensor magnètic perimetral. Font: Auditoria de Sistemes.

Tabla 7. Comparativa Sensors d'Alerta d'Intrusió

SENSORS	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Sensor d'ultrasons	Detecta objectes fràgils i de qualsevol material	Tenen zones cegues i presenten falses alarmes.
Barreres Infraroges	Quan es comuniquen via cable no hi ha interferències que generin falses alarmes	Generen falses alarmes quan es comuniquen via radiofreqüència i el cost és elevat
Sensor de moviment doble	S'eliminen les falses alarmes perquè només donen el senyal d'alarma quan els dos sensors la donen al mateix temps	Cost elevat
Sensor Passiu d'Infraroig (PIR)	Baix consum energètic	Funcionen bé només a interiors

Sensor Inercial o Sísmic	Capaç de detectar terratrèmols amb antelació	Depenent de les vibracions que puguin haver a la zona es podrien falsejar alarmes
Sensor de Trencament de Vidres	Combinant els dos tipus, s'aconsegueix una bona eficàcia	No es poden instal·lar prop de ventilador, motors o aparells que generin vibracions
Sensor Magnètic Perimetral	Econòmic i consum energètic molt baix	Problemes a l'hora de fer arribar el cable al sensor

4.1.5 Sensors d'alerta de col·lisió/vibració

Per detectar una col·lisió es pot fer amb sensors d'acceleració i vibració que, en notar canvis sobtats o pics de vibracions, els interpreten com a col·lisió donant senyal d'alarma. També serveixen per observar les vibracions que afecten un element de forma continuada per saber l'afectació negativa que puguin tenir. A continuació s'expliquen els tres tipus que hi ha.

4.1.5.1 Sensors d'acceleració d'efecte Hall

Consisteix en un imant permanent fixat a un ressort elàstic que es fixa per l'altre extrem a una superfície fixe. Damunt de l'imant hi ha el sensor que detecta el moviment de l'imant en el moment de l'impacte o el canvi sobtat de forces i dona el senyal d'alarma.

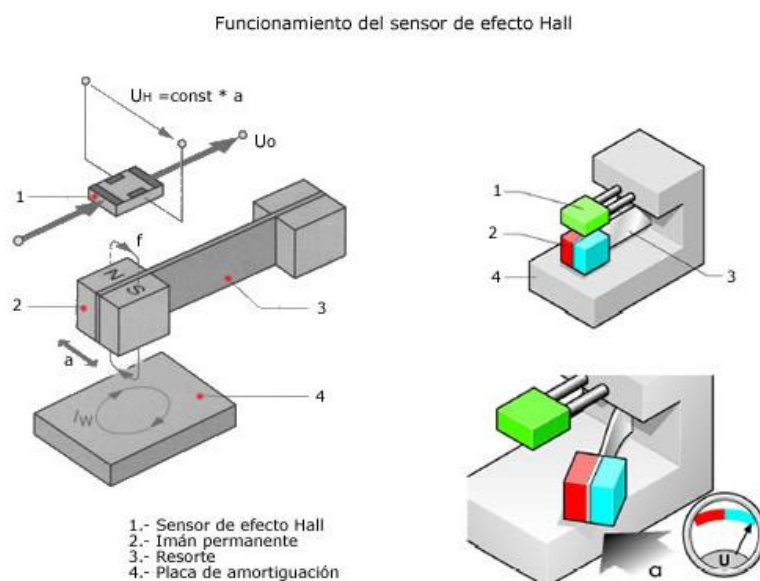


Fig 35. Sensor d'efecte Hall. Font: Aficionados a la mecánica.

4.1.5.2 Sensors d'acceleració realitzats per micromecànica de superfície

Es tracta de sensors compactes capaços de percebre acceleracions de reduïda intensitat. El seu sistema de massa-ressort està muntat sobre una placa de silici que conté uns borns en forma de pinta i, en sentit contrari, es troben els borns de la massa que va suspesa sobre els ressorts. Aquesta col·locació es basa en la tecnologia dels condensadors, aplicant corrents alternes pels borns es detecta la massa. En el moment de l'impacte, la massa es mou sobre els borns resultant una variació de la senyal elèctrica, amplificant-se, filtrant-se i donant el senyal d'alarma. Prèviament, s'ha calibrat el sensor per acceptar els canvis normals d'acceleració de la pròpia embarcació.

4.1.5.3 Sensors de picat piezoelèctric

Una massa transforma la vibració que li afecta en forces sobre un element piezoelèctric de forma anular. Aquestes forces es propaguen a un element ceràmic on, als costats d'aquest, s'originen tensions elèctriques que indiquen la magnitud de les vibracions. La següent fotografia mostra la instal·lació dels sensors en un motor, però el mateix mecanisme pot funcionar en altres elements.

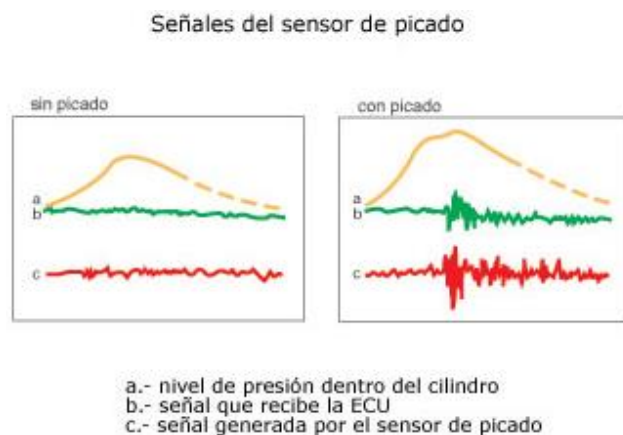


Fig 36. Gràfiques del sensor de picat. Font: Aficionados a la mecánica.

Tabla 8. Comparativa Sensors d'Alerta de Col·lisió

SENSORS	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Sensor d'Efecte Hall	Cost baix	Poc fiable per possible ruptures de components i reduït ample de banda
Sensor micromecànic de superfície	Molt eficient	S'ha de calibrar l'equip
Sensor de picat piezoelèctric	Molt fiable capaç de detectar petites vibracions	Es podrien arribar a detectar vibracions que donin lloc a errors

4.1.6 Sensors de Temperatura

Els sensors de temperatura son dispositius que transformen la senyal d'entrada, rebuda en forma de canvis de temperatura, en senyals elèctriques que es processen mitjançant equips elèctrics o electrònics. Hi ha tres tipus de sensors de temperatura:

- Termistors

Aquests tipus de sensors es basen en la resistència dels semi-conductors, deixen passar parcialment la corrent, que varia en funció de la temperatura. Els termistors es divideixen segons la variable k , si es negativa son els termistors NTC (*Negative Temperature Coefficient*) consisteixen en que al augmentar la temperatura, baixa la resistència, i si es positiva son els termistors PTC (*Positive Temperature Coefficient*) al contrari, quan augmenta la temperatura també ho fa la resistència. El cost és molt baix, tenen un ampli rang de mesura, estan molt estesos i son molt utilitzats per a altes temperatures. Per contra, no son lineals i son complicats de calibrar.

- RTD

Els sensors RTD, *Resistance Temperature Detector*, es basa en la variació de resistència d'un conductor depenent de la temperatura. Els materials que s'utilitzen per la seva fabricació son el platí, el coure, el níquel i el molibdè, és a dir, metalls purs. El més comú és el de platí per tenir millor linealitat, més rapidesa i major marge de temperatura assumible. Es poden fabricar de pel·lícula prima o de fil de bobinat que, tant una com l'altre, aguanten un rang molt ampli de temperatures.

- Termoparells

El formen dos metalls que transformen directament la calor en electricitat i el seu principi de funcionament és l'efecte termoelèctric. Tracta en marcar la temperatura d'un dels metalls com a base i l'altre com la temperatura a mesurar. També son molt econòmics i estan estesos a la indústria però la seva precisió és inferior que els termistors i els RTD. Son propensos a errors de lectures quan altres fenòmens atmosfèrics o que afecten a l'atmosfera interfereixen de manera continuada en aquesta presa de temperatura.

- Infrarojos

Els sensors infrarojos s'utilitzen per mesurar temperatures superficials fins a 1000°C. Funcionen convertint la energia tèrmica que reben des d'un objecte en un rang de longitud d'ona en un senyal elèctric que s'interpreta en valor de temperatura. Aquests sensors s'utilitzen quan els altres tipus no son capaços de mesurar la temperatura. El consum energètic és molt baix, cosa que afavoreix la seva utilització per alimentació amb bateria.

Tabla 9. Comparativa Sensors de Temperatura

SENSORS	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Termistors	Baix cost, ampli rang de mesura i bons per a altes temperatures	Complicats de calibrar
RTD	Rang ampli de temperatura assumible	Menor sensibilitat
Termoparells	Cost molt baix	Precisió inferior als termistors i RTD, son propensos a errors
Infrarojos	Efectiu per a temperatures fins a 1000°C i amb consum elèctric molt baix	Cost elevat

4.1.7 Sensors d'Humitat

- Mecànics: a partir dels canvis dimensionals que sofreixen certs tipus de materials es calcula la humitat de la zona. Tenen un error de mesura del 3% i son fàcils de reproduir però son robustos i no s'apliquen normalment per la indústria. El rang d'operació en humitat relatives és del 15% al 95% a temperatura ambient d'entre -20°C i 70°C.
- Bulb sec i humit: es basa en la mesura de temperatura per, a partir d'ella, deduir la quantitat d'aigua que s'evapora. Conté dos termòmetres, un calcula la temperatura del bulb sec i l'altre calcula la temperatura de la capa d'aigua del bulb del termòmetre, que ha estat envoltat per cotó humit, que s'evapora de manera adiabàtica. Comparat les dues temperatures es pot deduir la humitat relativa. Només presenta un 0,5% d'error. El rang d'operació és de 0% a 100% d'humitat i dels 0°C als 90°C.
- Per condensació: mitjançant un equip refrigerador o un escalfador es condensa o s'evapora l'aigua d'un mirall, respectivament. Conté una llum que es projecta al cristall que rebota a una foto-resistència que calcula la variació de feix de llum entre el de sortida i el que li arriba. Llavors, a partir d'unes taules, es calcula la humitat relativa. El rang d'operació és de -70°C a 40°C amb una precisió del 99,5%.
- Basats en sals higroscòpiques: contenen una molècula cristal·lina, les sals higroscòpiques, que te una alta absorció d'aigua. Es compon d'un tub metàl·lic envoltat per fibra de vidre que està impregnat d'una solució salina higroscòpica. Rodejant el tub hi ha dos filferros d'or també immersos en la solució, que tanca el circuit. Per limitar la corrent es col·loca una resistència que, per dissipació de potència, allibera calor i fa que s'evapori l'aigua de la solució deixant cristalls de la solució salina que, al mateix temps absorbeixen aigua. L'equilibri entre l'aigua que absorbeixen els cristall i l'aigua que s'evapora serveix per establir la temperatura d'equilibri i, amb les taules del sensor, calcular la humitat relativa.

- **Electrolítics:** a partir de l'electròlisi d'aigua es pretén mesurar la corrent que es genera. El gas generat es fa passar per un tub que mitjançant elèctrodes absorbeixen la humitat generant un diferencial de corrent que es proporcional a la humitat present al tub. No es pot utilitzar per a qualsevol material, ja que si el gas reacciona amb el material dels elèctrodes es falsejaria el resultat.
- **Conductius:** conté unes reixetes d'or que detecten les partícules d'aigua que hi ha al vapor de l'ambient i segons la seva quantitat circula més corrent o menys per aquesta reixeta. Les reixetes d'or generen un diferencial de corrent que permet deduir la quantitat d'humitat que hi ha a la zona.
- **Capacitius:** son els més utilitzats. Es basen en el canvi de capacitat d'un condensador causat per la variació de la constant dielèctrica amb presència d'humitat.
- **Infrarojos:** absorbeixen la radiació que conté la humitat mitjançant dues fonts infraroges. Una font es marca com a base i per l'altre es fa passar el vapor que absorbeix la radiació i comparant la diferència entre una font infraroja i l'altre, es calcula la quantitat d'humitat que hi ha a l'ambient.
- **Piezoelèctrics:** es cobreixen els cristalls amb una solució salina que absorbeix l'aigua de l'ambient i, per tant, a major massa d'aigua menor freqüència d'oscil·lació. La diferència de freqüència d'oscil·lació és proporcional a la humitat.

Tabla 10. Comparativa Sensors d'Humitat

SENSORS	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Mecànics	Son fàcils de reproduir	Son robustos i una mica limitats
Bulb sec i humit	Només presenten un error del 0,5% i son menys limitats que els mecànics	No operen en temperatures per sota els 0°C
Per condensació	Presenta una precisió del 99,5% i poden operar fins a -70°C	No operen a partir dels 40°C
De sals higroscòpiques	Molt precís	Instal·lació costosa i difícil
Electrolítics	Molt precís	No es pot utilitzar amb qualsevol material
Conductius	Precís	S'ha de saber la humitat relativa per comparar
Capacitius	Son els més utilitzats	S'ha de tenir en compte la massa de l'objecte a mesurar abans d'escollir el tipus de sensor capacitiu
Infrarojos	Molt precís	Cost elevat

Piezoelèctrics	Molt precís	Cost elevat i complexitat d'instal·lació
----------------	-------------	--

4.1.8 Sensors de força i torsió:

Per monitoritzar la tensió que suporten el màstil i la botavara necessitem un sensor de força i torsió. Hi ha varis tipus:

4.1.8.1 Sensors força resistiu (FSR)

Tant la senyal d'entrada com la de sortida és analògica. Utilitzen l'efecte magnetoresistiu, que consisteix en la propietat d'un material que canvia la seva resistivitat en funció del camp magnètic extern. S'utilitzen pel mesurament lineal i l'angular i sota condicions ambientals extremes.

4.1.8.2 Transformador diferencial de variació lineal (LVDT)

És utilitzat per mesurar deformacions i desplaçaments lineals. Està compost per tres bobines i un element centrat ferromagnètic. En la posició de repòs, aquest element està en contacte amb les dues bobines del secundari generant el mateix potencial elèctric en cada bobina, però, en presència de forces, l'element ferromagnètic canvia de posició fent variar la magnitud del potencial en cada bobina. La diferència de potencial de la bobina del primari amb les dues del secundari permet calcular la variació de potencial que, llavors, ens permet calcular la magnitud de la força.

4.1.8.3 Galgues extensiomètriques

La galga extensiomètrica està basada en l'efecte piezoresistiu, que consisteix en la propietat de varis materials de canviar la seva resistència quan se'l sotmet a certs esforços que deformen els eixos mecànics. Consisteixen en un estampat d'una làmina metàl·lica fixada a una base flexible i aïllant.

Tabla 11. Taula Comparativa Sensors de Força i Torsió

SENSOR	AVANTATGES	INCONVENIENTS
De força resistiu (FSR)	Es poden utilitzar en condicions ambientals extremes	
Transformador lineal de força diferencial (LVDT)	Molt fiable	Mesuren forces en el sentit lineal de l'element ferromagnètic

Galgues extenciomètriques	Genera respostes molt ràpidament	Mesuren esforços en punts concrets però no generalment en una peça
----------------------------------	----------------------------------	--

4.2 ESTUDI DELS DIFERENTS SISTEMES DE COMUNICACIÓ

La informació recollida pels sensors s'ha de transmetre d'alguna manera a un element de control per tal que la gestioni. Tan mateix, s'ha de poder accedir a aquesta informació des del terminal mòbil.

El mitjà per transmetre informació pot ser per un mitjà físic, com el cablejat, o per un mitjà no físic, com la radiofreqüència, les ones infraroges, el sistema Bluetooth, les xarxes mòbils, el Wi-Fi o l'Internet de les Coses.

4.2.1 Cablejat

Hi ha varis tipus de cables.

4.2.1.1 Cable de parells

Està format per un grup de dos fils, aïllats entre si i recoberts d'un material plàstic aïllant. S'utilitzen per transmetre informació en distàncies curtes, ja que en llargues distàncies perden informació.

4.2.1.2 Cable coaxial

Consisteix en dos conductors, un disposat al centre del cable i un altre, que es una malla de coure o alumini, que recobreix el central. Ambdós estan separats per un aïllant. Serveix per transmetre informació en llargues distàncies sense pèrdues d'informació. Es necessiten moduladors de senyal, cosa que incrementa el preu i limita la velocitat de transmissió.

4.2.1.3 Fibra Òptica

Conductor en forma de tub molt fi, de vibra de vidre, que transmet llum. Transmet la informació de forma molt ràpida i en grans quantitats. Té com inconvenient l'alt preu.

Tabla 12. Comparativa Cablejat

TIPUS	AVANTATGES	INCONVENIENTS
Cable de Parells	Cost molt baix	A llargues distàncies perd informació
Cable Coaxial	Bon transmissor a llargues distàncies	Es necessita un modulador de senyal
Fibra Òptica	Transmet informació de forma molt ràpida i en grans quantitats	Preu elevat

4.2.2 Radiofreqüència

La radiofreqüència és la porció més petita de l'espectre electromagnètic, situada entre els 3 kHz i els 300 GHz. El Hertz és la unitat de mesura de la freqüència i correspon a un cicle per segon.

Els diferents tipus d'ones de radiofreqüència els determina per les diferents bandes de l'espectre.

Tabla 13. Tipus de freqüències

Nom freqüència (Cat)	Nom freqüència (Ang)	Abreviatura anglesa	Banda	Freqüències	Longitud d'ona
Freqüència Extremadament Baixa	<i>Extremely Low Frequency</i>	ELF	1	3-30Hz	100.000 - 10.000 km
Súper Baixa Freqüència	<i>Super Low Frequency</i>	SLF	2	30-300Hz	10.000 - 1.000 km
Ultra Faixa Freqüència	<i>Ultra Low Frequency</i>	ULF	3	300-3000Hz	1.000 - 100 km
Molt Baixa Freqüència	<i>Very Low Frequency</i>	VLF	4	3-30kHz	100 - 10 km
Baixa Freqüència	<i>Low Frequency</i>	LF	5	30-300kHz	10 - 1 km
Mitja Freqüència	<i>Medium Frequency</i>	MF	6	300-3000kHz	1 km – 100 m
Alta Freqüència	<i>High Frequency</i>	HF	9	3-30MHz	100 - 10 m
Molt Alta Freqüència	<i>Very High Frequency</i>	VHF	11	30-300MHz	10 - 1 m
Ultra Alta Freqüència	<i>Ultra High Frequency</i>	UHF	10	300-3000MHz	1 m – 100 mm
Súper Alta Freqüència	<i>Super High Frequency</i>	SHF	11	3-30GHz	100 - 10 mm
Freqüència Extremadament Alta	<i>Extremely High Frequency</i>	EHF	11	30-300GHz	10 - 1 mm

A partir d'1GHz les bandes entren a l'espectre de les microones.

4.2.3 Ones Infraroges

La radiació infraroja és un tipus de radiació electromagnètica i tèrmica, amb major longitud d'ona que la llum que podem percebre visiblement però amb menor que les microones. Es emesa per qualsevol cos que tingui una temperatura corporal major a 0°K (-273,15°C). Segons la longitud d'ona, podem dividir l'espectre infraroig en tres tipus; el proper (de 800nm a 2500nm), el mitjà (de 2,5µm a 50µm) i el llunyà (50µm a 1000µm).

4.2.4 Bluetooth

La tecnologia Bluetooth és una tecnologia d'ones de radio de curt abast, concretament 2,4 GHz de freqüència, que te per finalitat simplificar la comunicació entre dispositius electrònics que desenvolupen la seva funció l'un a prop de l'altre, és a dir, eliminar la connexió per cable entre dispositius propers.

Com hem mencionat, és una xarxa de curt abast i es troben tres tipus de Bluetooth segons l'abast i la potència que tenen:

Tabla 14. Tipus de Bluetooth

	Potència màxima	Abast (aproximat)
Tipus 1	100mW	100m
Tipus 2	2,5mW	10m
Tipus 3	1mW	1m

Com es pot veure a la taula, l'abast màxim de la xarxa Bluetooth és de 100m, sempre i quan no tingui masses obstacles per a la transmissió d'ones.

4.2.5 Xarxes mòbils

Les xarxes mòbils son aquelles xarxes que estan pensades perquè el telèfon o terminal mòbil de l'usuari pugui moure's dins la zona de cobertura sense perdre la connexió en cap moment, ja sigui per la velocitat d'un cotxe o per la velocitat d'un tren d'alta velocitat. Hi ha varis tipus de xarxes segons la velocitat de transmissió de dades:

- **GSM: Group Special Mobile**, va ser el primer sistema de tecnologia mòbil totalment digital. També es coneix com 2G. La velocitat de transferència de veu és de 9600b/s.

- GPRS: *General Packet Radio System*, va ser una evolució de la xarxa GSM que permetia velocitats de transferència de veu i dades de 144000b/s, però només en el sentit de la xarxa al mòbil. També es coneix com 2,5G.
- EDGE: *Enhanced Data Rate for GSM Evolution*, és una evolució de la GPRS que permet augmentar la velocitat quan el terminal mòbil es troba a prop de l'antena. També es coneix com 2,75G.
- GSM-R: *GSM-Railways*, té com objectiu exclusivament la comunicació entre els trens i els sistemes a terra, tant de veu com de dades. S'utilitza la tecnologia 2G.
- UMTS: *Universal Mobile Telecommunication System*, es coneix com xarxa 3G. Suporta una transferència de veu i dades de fins 384kb/s. El major inconvenient és que quan hi ha molts terminals a prop de l'antena, els que estan lluny es queden sense cobertura. Per cada una antena de 2G es necessiten tres antenes de 3G.
- HSPA: *High Speed Packet Access*, és una millora de la tecnologia 3G que permet velocitats de la central al terminal de 14,4Mb/s. Es coneix com a xarxa 3,5G. La evolució HSUPA, augmenta la velocitat del terminal a la central fins a 2Mb/s. Al cap del temps va evolucionar fins aconseguir velocitats central-terminal de 88Mbps i terminal-central de 22Mb/s, coneixent-se com xarxa 3,75G.
- LTE: *Long Term Evolution*, és la xarxa 4G que, actualment, té una cobertura molt limitada. És similar a la tecnologia 3G però solucionant el problema de cobertura. Està dividida en FDD, on la comunicació es genera en dues freqüències diferents per a cada sentit de la comunicació dins la mateixa banda, i TDD, que utilitza la mateixa freqüència per ambdós sentits.
- CSFB, *Circuit Switching Fall Back*, és la xarxa que utilitzen els terminals LTE per transferir veu, ja que LTE només admet transferència de dades.
- VoLTE: *Voice over LTE*, és la xarxa que permet realitzar transferències de veu amb la xarxa 4G o LTE. Necessita un 90% de la cobertura 4G per poder funcionar correctament, sinó la trucada passa a cobertura 3G o 2G.
- LTE Advanced: és la vertadera 4G, modula de manera eficient amb la tecnologia MIMO, que utilitza dos, tres o fins a quatre antenes simultàniament. L'objectiu és assolir una velocitat de transferència central-terminal de 3Gb/s i una velocitat terminal-central de 1,5 Gb/s.
- LTE Advanced Pro: és com la *LTE Advanced* però incorpora els dispositius LTE de categoria 0 que estan pensats per l'internet de les coses.

- LTE-U: *LTE Unlicensed*, és una xarxa sense llicència, per tant, hi haurà interferència de dades durant la seva utilització. Son les bandes per a radioaficionats o les bandes per la xarxa Wi-Fi.
- NB-LTE: *Narrowband LTE*, és la banda pensada per l'Internet de les coses que, de moment, no necessita ample de banda perquè la informació que es transmet acostuma a ser poca. Aquesta tecnologia, encara per desenvolupar, complirà els dos requisits de poc ample de banda i mínim consum energètic.

4.2.6 Wi-Fi

La xarxa Wi-Fi, també coneguda com xarxa WLAN o IEEE802.11, és la tecnologia utilitzada per una xarxa o connexió sense fils, per la comunicació de dades entre equips o dispositius situats dins una mateixa àrea de cobertura, ja sigui interior o exterior. L'únic fet que diferencia una xarxa sense fils d'una per cable és que la transmissió de la informació es fa per mitjà d'ones electromagnètiques, eliminant així els cables.



Fig 37. Logo de la xarxa Wi-Fi. Font: *Wi-Fi*.

El nom de Wi-Fi i el símbol, basat en el símbol del Yin Yang, els va inventar la agència *Interbrand*, que estava contractada per *Wi-Fi Alliance*, anteriorment anomenada WECA, creadora de la xarxa sense fils.

Actualment hi ha dos tipus de xarxes de comunicació Wi-Fi segons la freqüència amb la que emeten:

- Freqüència 2,4GHz; que l'utilitzen els estàndards IEEE802.11b, que emet a una velocitat d'11Mb/s, IEEE802.11g, que emet a una velocitat de 54Mb/s, i IEEE802.11n, que emet a una velocitat de 300Mb/s. Aquesta freqüència pot tenir interferències amb la xarxa Bluetooth.
- Freqüència 5GHz; que l'utilitza l'estàndard IEEE802.11ac. Ja que la xarxa és nova i no hi ha cap altre tecnologia que utilitzi el mateix rang de freqüència, aquesta xarxa és una xarxa neta d'interferències però el seu abast és, aproximadament, un 10% més reduït.

Per disposar de xarxa Wi-Fi només es necessita un punt d'accés a Internet, que es connecta al mòdem i un dispositiu de transmissió Wi-Fi, com una antena, que permetrà la connexió amb el terminal mòbil, ja sigui un ordinador, un telèfon mòbil, una tauleta.

Donat que qualsevol dispositiu amb accés a una xarxa Wi-Fi podria connectar-se a la xarxa d'un altre usuari i interceptar l'intercanvi d'informació, es recomana encriptar les xarxes per tal que siguin d'ús personal. Hi ha dispositius d'emissió d'ones que, en comptes de necessitar d'una contrasenya per la seva encriptació, poden ser configurats per emetre ones als dispositius seleccionats, eliminant així la possibilitat que un altre usuari intercepti l'intercanvi de dades.

4.2.7 Internet de les coses

L'Internet de les Coses, de l'anglès *Internet of Things* (IoT), permet la connexió remota entre objectes o dispositius. Per això, també se l'anomena Internet dels Objectes. És l'anomenada tecnologia *M2M*, *M to M* o *Machine to Machine*.

Cada dispositiu disposa d'un identificador únic (UID, de l'anglès *Unic Identifier*), que es tracta d'un codi numèric i alfanumèric, que s'associa a un sol dispositiu o cosa i les dades del qual s'emmagatzemen al sistema, concretament al *cloud*. D'aquesta manera, sabent l'identificador es pot accedir, des de qualsevol dispositiu, a les dades de tots els objectes o elements i interactuar amb aquestes.

A mesura que la tecnologia es desenvolupa, creixen les opcions per utilitzar-la. Actualment, hi ha electrodomèstics que ja utilitzen aquesta tecnologia. Però, proporcionalment, també creix la inseguretat. El sistema ha de desenvolupar-se, també, en termes de seguretat, ja que a mesura que passa el temps, s'incrementen el nombre de *hackers* disposats a lucrar-se a costa dels altres o, simplement, molestar la vida dels demés.

A continuació, s'exposen algunes de les empreses més potents que desenvolupen la seva tecnologia basada en l'IoT.

4.2.7.1 ZigBee Alliance

ZigBee Alliance és una organització composta per moltes empreses del sector de les noves tecnologies sobre l'IoT que pretén portar aquesta tecnologia a les cases d'una forma còmode i econòmica, ja que esta composta d'empreses minoristes. D'aquesta manera, ofereixen a l'usuari la possibilitat de crear el seu propi sistema de monitorització.

ZigBee ha creat un llenguatge per una ampla varietat de dispositius per a la llar, com d'administració del consum energètic, l'eficiència de la calefacció i l'aire condicionat, dispositius de seguretat i tot un seguit de dispositius a gust del consumidor, que ofereixen un sistema global de monitorització.

A part, *ZigBee* compta amb tot un seguit d'empreses punteres de les telecomunicacions, com *Deutsche Telekom*, que utilitzen el seu llenguatge per vendre els seus productes.

4.2.7.2 Weightless SIG

Weightless SIG, de *Weightless Special Interest Group*, és un grup sense ànim de lucre que ha creat un sistema especialitzat en xarxes de banda ampla i baixa potència (LPWAN) dissenyat exclusivament per implantar la tecnologia de l'Internet de les Coses.

El sistema és obert per tal de facilitar la utilització del mateix, garantir un cost mínim i un risc baix i maximitzar l'opinió dels usuaris i la innovació continuada. Els aparells que componen la xarxa de comunicació suporten una gran quantitat d'usuaris en el mateix moment.

Weightless utilitza uns aparells de gama molt variada, de bateria de molt llarga durada i de cost molt baix per tal que el sistema es desplegui ràpidament pel sector.

4.2.7.3 Sigfox

Sigfox és un sistema que dona veu al món físic gràcies a la xarxa que han creat. Es basa en la simplicitat de configuració i d'instal·lació, en la gran autonomia dels aparells amb consums molt baixos i bateries de llarga durada, i en missatges curts que ocupen poc espai per agilitzar la transferència de dades.

Els missatges s'envien des dels sensors amb una freqüència d'enviament predeterminada per l'usuari i s'emmagatzemen al *cloud* de *Sigfox* que, segons una elecció del consumidor, es redirigeixen a una tercera banda per tal de facilitar l'accés i visualització d'aquestes dades. Tots els missatges enviats pel sistema estan encriptats per tal d'impedir possibles filtracions o alteracions d'informació privada.



Fig 38. Logo de la xarxa Sigfox. Font: *Sigfox*.

Sigfox es basa en la modulació de banda ultra-estreta, *Ultra-Narrow Band* (UNB), i opera en bandes sub-GHZ sense llicència. Ofereix una gran resistència a interferències i una gran capacitat de recepció de les estacions receptores.

La xarxa francesa està estesa per la major part d'Europa i l'Orient Pròxim, a la Zona de Radio 1 que emet amb la freqüència de 868MHz, per Amèrica del Nord, a la Zona de Radio 2 que emet amb la freqüència de 902MHz, i Sud-Amèrica, Austràlia i Nova Zelanda, a la Zona de Radio 4 que emet amb la freqüència de 920MHz.

4.2.7.4 LoRa

LoRa Alliance ha creat *LoRaWAN*, un tipus de xarxa de banda ample, o espectre estès, i baixa potència (LPWAN) que funciona tant per xarxes locals, regionals o globals. Les característiques més importants són la bidireccionalitat, la mobilitat i serveis de localització. Aquesta tecnologia no necessita grans i complicades instal·lacions, per tant faciliten la seva utilització per part dels usuaris i les empreses.

La composició interna del sistema és de tipus estrella, on les diferents branques són els ponts d'informació entre els emissors i el centre de l'estrella o centre del sistema, que es refereix a la central de processament de dades. Com s'ha mencionat a l'anterior paràgraf, cada pont o connexió entre els emissors de dades i la central són bidireccionals.

LoRaWAN permet la comunicació a diferents velocitats i freqüències de transmissió de dades i, gràcies a la característica de banda ample, les diferents transferències de dades no interfereixen les unes amb les altres. Les velocitats oscil·len entre 0,3 kb/s i 50 kb/s. El sistema fa una comparativa entre les diferents velocitats adaptatives (ADR) de transmissió i, conjuntament amb la capacitat de dades que es transporta, regula el consum energètic per allargar al màxim la vida de la bateria o font d'energia.

Tabla 15. Comparació entre tipus d'IOT

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
ZigBee	Estesa mundialment, software completament obert, cost reduït i amb una cartera d'empreses importants.	Al no tenir operador propi, es generen problemes d'interoperabilitat en alguns països.
Weightless SIG	Flexible i adaptable, cost molt reduït i estesa per el Regne Unit i EEUU.	Software tancat i poc estès.
Sigfox	Aparells amb autonomia de molt llarga durada, estesa per la Península Ibèrica	Software tancat.
LoRa	Banda ample, software obert i velocitats adaptatives.	No estès per la península, en expansió.

4.3 TECNOLOGIA PER LA GESTIÓ DE LES DADES

En aquest apartat es fa un recull d'algunes de les diferents tecnologies que es podrien adoptar per la realització del sistema de monitorització. De ben segur que hi ha altres sistemes que permeten gestionar les dades de la mateixa manera que al sistema del que tracta el treball, però les tecnologies que son més conegudes son les següents:

4.3.1 Arduino / Genuino

Arduino, anomenada així als EEUU, o Genuino, com se la coneix fora d'EEUU, és una empresa de hardware lliure que dissenya i distribueix plaques computadores de desenvolupament hardware i software que es componen, bàsicament, de circuits impresos que integren un microcontrolador i un entorn de desenvolupament on es programa cada placa.



Fig 39. Logo Arduino. Font: Arduino.

Segons el tamany, prestacions i mètode per transmetre les dades a l'entorn de desenvolupament, algunes de les plaques d'Arduino son les següents:

Tabla 16. Característiques d'algunes plaques Arduino

Placa Arduino	Microcontrolador	Vols Entrada	Vols Sistema	Freqüència	Pins digitals	Pins analògics	Memòria
UNO	ATmega328	7 - 12	5	16 MHz	14	6	32 kb
LEONARDO	ATmega32U4	7 - 12	5	16 MHz	20	12	32 kb
FIO	ATmega328P	3,35 - 12	3,3	8 MHz	14	8	32 kb
MICRO	ATmega32U4	5 - 12	5	16 MHz	12	4	32 kb
MEGA 2560	ATmega2560	7 - 12	5	16 MHz	54	16	256 kb
ETHERNET	ATmega328	7 - 12	5	16 MHz	14	6	32 kb

- Arduino UNO: la connexió entre la placa i el nostre ordinador es fa mitjançant un cable USB, ja que la placa porta incorporat de sèrie el connector. Necessita una font d'alimentació externa.
- Arduino Leonardo: incorpora més pins digitals i analògics que la placa UNO.
- Arduino Fio: la gran diferència amb les altres plaques és que es pot alimentar amb bateria LiPo i mitjançant cable USB. Però la principal característica és que es pensada per aplicacions sense fils autònomes.
- Arduino Micro: exactament igual que la placa Leonardo però amb el mínim espai possible.
- Arduino Mega 2560: no pot funcionar com a *host* USB, és a dir no pot iniciar ni controlar la transferència de dades, en canvi, la placa Mega ADK si pot funcionar com a *host*.
- Arduino Ethernet: la placa és gairebé idèntica a la placa UNO, però incorpora la connexió a xarxes del tipus Ethernet, que son xarxes d'àrea local que permeten transferir dades entre diferents dispositius que estiguin connectats a la mateixa xarxa.

A part de les plaques anteriorment esmentades, també hi ha la placa Arduino Galileo, Arduino Due, Arduino Yun, Arduino Esplora, Arduino Mega ADK, Arduino Robot, Arduino Mini, Arduino Nano, LilyPad Arduino Simple, LilyPad Arduino SimpleSnap, LilyPad Arduino USB, Arduino Pro Mini, Arduino Zero, Arduino Pro, Arduino MKR1000, Arduino MICRO, Arduino 101 i Arduino Gemma.

Cada placa permet connectar altres plaques d'expansió, anomenades *shields*. Permeten que la placa tingui altres funcions que sense elles no tindrien. Algunes de les diferents *shields* son les següents:

- Arduino Ethernet Shield: és un accessori que permet connectar la placa a una xarxa ethernet.
- Arduino WiFi Shield: és un accessori que permet connectar la placa a una xarxa sense fils d'internet.
- Arduino Motor Shield: és un accessori que permet controlar components que contenen inductors, o bobines, a la seva estructura interna. Permet controlar fins a dos motors DC alhora.

A part de les shields anteriorment esmentades, també hi ha Arduino GSM Shield, Arduino Wireless SD Shield, Arduino USB Host Shield, Arduino Wireless Proto Shield i Arduino Proto Shield.

Tant mateix, a les plaques Arduino, se'ls poden instal·lar accessoris com una pantalla LCD, un llum connectat via USB i un adaptador USB. Com aspecte funcional més innovador, Arduino incorpora una impressora 3D anomenada Arduino Materia 101.

4.3.2 Nanode

Nanode és una placa electrònica de codi obert que està connectada a internet. És un bloc de baix cost de construcció que permet experimentar amb la tecnologia de l'Internet de les Coses. La principal virtut del sistema és que recull les dades dels sensors i les transmet directament al núvol. Aleshores, utilitzant les eines adients, es poden visualitzar amb gràfiques o de la manera que l'usuari decideixi. Nanode pot generar accions mitjançant la seva programació interna o monitoritzant piulades a *Twitter*.

Aquest sistema és una evolució d'Arduino, que, com s'ha comentat anteriorment, permet connectar-se a Internet a través d'un API oberta de dades. Una diferència important és que Nanode té un cost d'adquisició menor que Arduino però té major funcionalitat.

S'utilitzen els mateixos microprocessador que per Arduino però amb millores substancials, com la freqüència de transmissió de dades i el nombre d'entrades i sortides digitals i analògiques. Té 4 plaques diferents segons les diferents necessitats de l'usuari. Nanode Classic, Nanode 5, Nanode RF i Nanode WiNode.

També proporcionen accessoris d'ampliació per a cada placa específicament com targetes microSD per ampliar la memòria d'emmagatzematge, una ampliació de pins extres, una pantalla LED de visualització, reguladors de voltatge, entre d'altres.

4.3.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi és molt semblant a Arduino. És el producte que la Fundació Raspberry Pi distribueix arreu amb l'objectiu d'apropar la ciència a les escoles. Per tant, no permeten que empreses es puguin beneficiar de la distribució, a excepció de dos distribuïdors propis.

Com s'ha vist en el paràgraf anterior, no és un sistema de hardware obert, ja que no tothom pot distribuir-lo, però el software, en canvi, sí que es obert, ja que tothom pot utilitzar-lo sense necessitat de llicència.

El servei de Raspberry Pi està pensat per ser utilitzat amb el sistema de operatiu GNU/Linux o Raspbian, una versió optimitzada de Debian estrictament per Raspberry Pi. Això implica que, per la seva utilització, es necessitarà instal·lar el sistema operatiu a l'equip.

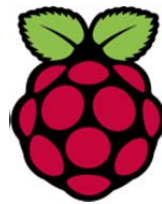


Fig 40. Logo Raspberry Pi. Font: Raspberry Pi.

Raspberry Pi disposa de 5 tipus diferents de plaques, a continuació s'expliquen algunes de les característiques:

- **Raspberry Pi 1 Model A**
Funciona amb una CPU de 700MHz (la mateixa per a tots els Raspberry Pi 1), només disposa d'1 port USB, no permet la connexió a internet, consumeix 500 mA, entre d'altres característiques comunes per a tots els models.
- **Raspberry Pi 1 Model B**
Ofereix un port USB addicional, a partir d'aquest model s'incorpora la connexió a internet mitjançant els ports USB, consumeix 700mA, entre d'altres característiques comunes per a tots els models.
- **Raspberry Pi 1 Model B+**
A partir d'aquest model, les plaques incorporen 4 ports USB, millora el consum de l'antecessor a 600mA, entre d'altres característiques comunes per a tots els models.
- **Raspberry Pi 2 Model B**
Millora la CPU a 900MHz respecte els 3 models predecessors, com millora les prestacions també augmenta el consum fins a 800mA, entre d'altres característiques comunes per a tots els models.
- **Raspberry Pi 3 Model B**
Augmenta la CPU fins a 1,2 GHz, té el mateix consum que el Raspberry Pi 2 Model B, per tant millora les prestacions mantenint el mateix consum, entre d'altres característiques comunes per a tots els models.

Com s'ha vist en els altres tipus de tecnologies, Raspberry Pi incorpora tot un seguit d'accessoris que, mitjançant els connectors USB, milloren l'experiència de la seva utilització com un teclat, un rellotge en temps real, connexió a internet, entre d'altres accessoris.

4.3.4 NMEA

NMEA, *National Marine Electronics Association*, és una organització dels EEUU dedicada al comerç electrònic que estableix estàndards de comunicació per a l'electrònica marina. Han generat tres estàndards i en tenen un en procés, a continuació se'n parla de cada un dels:

- **NMEA 2000**
L'estàndard 2000 conté els requisits d'una xarxa de comunicacions de dades en sèrie per interconnectar els diferents equips electrònics a bord de les embarcacions. És un sistema de baix cost basat en la capacitat de transmetre de manera bidireccional per interconnectar els diferents equips, generant un sistema amb multi-transmissors i multi-receptors. Tot i que la norma 2000 és molt més potent que la 0183, que es parla a continuació, el sistema no pretén donar suport a aplicacions de gran ample de banda, com per exemple vídeo.
- **NMEA 0183**
Defineix requisits electrònics de senyalització, protocol de transmissió de dades i el temps i el format del llenguatge específic per un bus de dades en sèrie. L'estàndard és limitat ja que, tot i que pot tenir multi-receptors, només té un emissor, és a dir, la norma només suporta la transmissió de dades en un sol sentit de la comunicació.
- **NMEA 0400**
La norma defineix estàndards per aclarir i definir les pràctiques d'instal·lació de components electrònics en vaixells de fins a 300 tones brutes. Aquest fet ajuda a instal·ladors, tècnics, propietaris o a qualsevol persona que manipuli la instal·lació, a fer més senzilla la tasca que realitzaran. Aquest sistema està enfocat a grans vaixells que utilitzen grans i sofisticades instal·lacions electròniques.
- **NMEA OneNet**
És un estàndard futur basat en el sistema NMEA 2000 que està pensat per proporcionar una xarxa ethernet a la instal·lació permetent la connexió a internet. També vol augmentar el nombre de dispositius de 50 a 65000, fet que provocarà la millora de l'ample de banda. NMEA OneNet podrà suportar aplicacions de vídeo. S'augmentarà la velocitat de transmissió de dades de 100Mb fins a 10Gb, respecte NMEA 2000.

4.3.5 Libelium Wasmote

Libelium és una companyia tecnològica que desenvolupa els seus serveis per la tecnologia de l'*Internet of Things*, per interconnexions en xarxa, desenvolupa tallafocs i plaques que porten incorporats sensors que permeten monitoritzar paràmetres.



Fig 41. Logo de *Libelium*. Font: *Libelium*

La placa base que han creat s'anomena *Libelium Wasmote* i pot treballar amb ultra baix consum, ja que conté uns commutadors que poden desconnectar els diferents sensors i les comunicacions.

El sistema ofereix 10 plaques d'ampliació de sensors pre-dissenyades que contenen, en total, més de 110 sensors disponibles com detectors de CO₂, sensors d'humitat, de temperatura, de radiació, de lluminositat, entre d'altres.

Wasmote pot treballar amb 16 radiofreqüències diferents depenent de l'abast. En el cas de comunicacions de llarg abast, treballar amb 4G, 3G, GPRS, *LoRa*, *Sigfox*, entre d'altres. Quan treballa amb comunicacions de mitja abast utilitza les tecnologies de *ZigBee*, WiFi, entre d'altres. I per últim, utilitza les tecnologies de RFID, Bluetooth, entre d'altres, quan parlem de curt abast. Normalment, s'utilitza un sol tipus de radiofreqüència però conté una expansió que permet treballar amb dues combinades.

El sistema encripta la informació que es transmet dels sensors cap al *cloud* per mitjà de diferents algorismes com AES 256, RSA 1024 i MD5.

Tabla 17. Comparativa entre les diferents tecnologies

TECNOLOGIA	AVANTATGES	INCONVENIENTS
ARDUINO/GENUINO	Molt estès mundialment, fàcil i intuïtiu d'utilitzar, moltes possibilitats per desenvolupar	Hi ha masses plaques amb diferents utilitats que poden portar a confusions a l'hora d'escollir-ne una
NANODE	És una millora d'Arduino, ja que augmenta les funcionalitats dels sistema amb menys plaques, té un cost menor i s'envien les dades preses a internet directament	
RASPBERRY PI	Software obert, varis tipus de plaques, possibilitat de connectar accessoris	Massa enfocat a l'educació, no permet lucrar-se, treballa amb el sistema operatiu Linux
NMEA	Especialitzats en electrònica marina, estan treballant per incorporar la tecnologia de l'IoT	De moment no incorporen la tecnologia de l'IoT, és un sistema limitat que no pretén donar suport a aplicacions de gran ample de banda
LIBELIUM WASPMOTE	Baix consum, es pot disposar de més de 110 sensors, es pot treballar amb diferents radiofreqüències i combinar-les, encripta la informació	

Capítol 5. SIMULACIÓ DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ.

Com ja s'ha dit anteriorment, el sistema de monitorització del que tracta el treball tenia la intensió de ser una ampliació del sistema explicat a l'apartat 2.4.4 però al final s'ha optat per generar el propi sistema. Per tant, als apartats següents es parla del prototip inicial, corresponent a l'ampliació, i del prototip final, corresponent a l'exemple que s'ha realitzat finalment.

5.1 ELECCIÓ DEL TIPUS DE SENSORS

En aquest apartat s'escullen els sensors que s'utilitzaran pel muntatge i demostració de l'exemple de monitorització que es realitzarà. S'han separat en dos tipus, el sensor del prototip inicial i el sensor del prototip final, el sensor de nivell i el sensor de temperatura i humitat, respectivament.

El motiu de la separació és que inicialment es va pensar d'utilitzar un tipus de sensor, ja que s'havia pensat de fer el projecte com un ampliació del sistema de l'empresa *NauticAdvisor*, però a l'hora de fer l'exemple se'n va utilitzar un altre diferent, ja que el projecte ha deixat de ser una ampliació.

5.1.1 Sensor del prototip inicial – Sensor de nivell

Tant per al tanc de combustible, com per al càrter d'oli i el tanc d'aigua dolça de refrigeració, el tipus de sensor de nivell escollit és el flotador mesurador, ja que és una mesurador precís i fàcil d'instal·lar i no presenta tants inconvenients com els altres tipus de sensors. El manteniment que repercutirà per la seva elecció és mínim.

Tant mateix, com *Nauticheck* instal·la un sensor flotador mesurador per determinar el nivell de les sentines es podrà aprofitar el codi de programació canviant que determini un mínim de nivell de líquid, en canvi d'un màxim com al nivell de les sentines.

S'han cercat varis proveïdors dels sensors i la majoria de fabricants son estrangers. D'entre tots els que s'han trobat, *Trimod'Besta* és el que s'ha escollit, ja que tenen un catàleg d'àmplia varietat amb 8 tipus diferents de sensors, d'on se n'escull un.

5.1.1.1 Trimod'Besta MG 02

El sensor MG 02 aguanta una pressió màxima de 40 bar, com els altres models de sensors que es mostren. A diferència dels models 03, 04, 05, 06, 07 i 08, la temperatura mínima de funcionament és de -10°C i la màxima és de 120°, que permet mesura líquids a altes temperatures com el combustible i l'oli lubricant. Per altre banda, el MG 01 i el MG 02 es diferencien en el mètode per transmetre les dades. Mentre que el MG 01 ho fa mitjançant un encapsulament que envia les dades a una central de control externa, el MG 02 envia directament per un cable la informació a aquesta central.

El mètode de transmissió de dades ha estat el fet determinant per escollir el model MG 02.



Fig 42. *Trimod'Besta* MG 02. Font: *Trimod'Besta*.

5.1.2 Sensor del prototip final – Sensor de Temperatura i Humitat

Hi ha un tipus de sensor que mesuren la temperatura i la humitat a la vegada, els sensors DHT. S'ha escollit aquest tipus de sensors ja que, a les enquestes, molts usuaris volien que l'aplicació controlés la temperatura i la humitat en certs espais de l'embarcació. Per tant, s'opta per la família dels sensors DHT.

Els sensors DHT es componen del sensors DHT11, DHT 21 i DHT 22. Per la seva senzillesa i utilitat del prototip s'ha escollit el sensor DHT 11 per realitzar l'exemple.

5.1.2.1 Sensor DHT11

Els sensors DHT permeten calcular la temperatura i la humitat relativa, però cada un dels tipus que hi ha tenen unes característiques específiques diferents. El sensor DHT11 és l'escollit per fer la demostració de la presa de dades al vaixell, ja que és el més senzill d'utilitzar, de muntar i de programar, és econòmic i porta la senyal de sortida calibrada des de fàbrica. Els tipus de sensors son resistius en ambdós casos. Però té dos inconvenients, el primer és que només pren mesures en nombre enters i que el màxim de temperatura que pot assolir son 50°C.

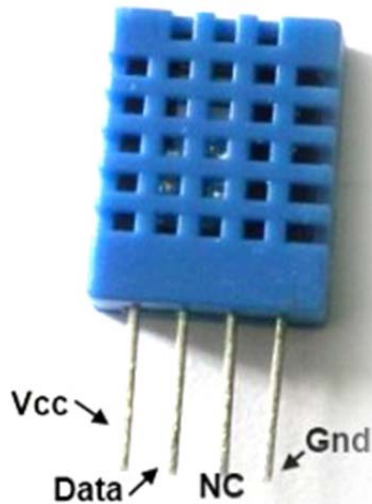


Fig 43. Sensor DHT 11. Font: *Prometec*.

Com es pot veure a la figura 38, el sensor està format per un cos principal que conté el sensor d'humitat i temperatura i per quatre potes, la pota VCC que es connecta al pin de la corrent de la placa, la pota Data que es connecta al pin digital corresponent, la pota NC que no es connecta i la pota GND que es connecta al pin GND de la placa. A la figura 39 i a la figura 41 es poden observar els diferents pins anomenats anteriorment.

5.2 ELECCIÓ DELS SISTEMES DE COMUNICACIÓ

El sistema de comunicació que es decideix utilitzar en la simulació es divideix en tres parts. La primera part compren la comunicació entre el sensor i el *hub* de control (*sensor-hub*) en cas que s'hagués fet l'ampliació del sistema *Nauticheck*, la segona part és la comunicació del *hub* amb el *cloud* (*hub-cloud*) i la

tercera part és la comunicació que hi haurà a l'exemple realitzat entre el sensor, el *hub* propi i l'ordinador.

5.2.1 Sensor – *Hub*; Prototip Inicial

El sistema de comunicació que s'escull per connectar els diferents sensors amb la centraleta de control és el cablejat. Hi ha tres motius pels quals s'escull, son els següents:

- El sistema de NauticAdvisor utilitza el cablejat per fer la connexió i, com la simulació és una ampliació del seu sistema, s'utilitzaria la mateixa opció.
- Per al moment, hi ha pocs sensors que es creen amb la tecnologia IoT ja incorporada i, en cas de voler fer la transferència de dades directament des del sensor, s'hauria de crear un microprocessador de dades i instal·lar una antena emissora.
- El cablejat és econòmic i en longituds curtes no té pèrdues d'informació.

5.2.2 *Hub* – *Cloud*; Prototip Inicial

Com s'ha vist a l'apartat 2.3.7, hi ha moltes empreses que ja treballen en protocols per IoT i, també, n'hi ha que generen els propis aparells per gestionar-la i fer possible la transmissió de dades.

Atenent a la comparativa feta a l'apartat esmentat anteriorment, la xarxa de comunicació que s'utilitzaria seria la que ofereix **Sigfox**. Els motius de la decisió son els següents:

- En primer lloc, *Sigfox* és la xarxa més extensa a Espanya.
- El fet que el software és tancat és un inconvenient que, tenint el comte el punt anterior, es pot assumir el cost d'utilització.
- El rang de cobertura és superior a qualsevol altre sistema.

5.2.3 Sensors – Hub – Ordinador; Prototip Final

El sistema escollit per realitzar l'exemple és el cablejat. És un sistema de comunicació senzill que a curtes distàncies no té pèrdues d'informació i, tenint en compte la dificultat dels altres sistemes de comunicació i l'abast del treball, s'adapta al servei que es vol que doni el sistema creat.

5.3 ELECCIÓ DE LA TECNOLOGIA PER LA GESTIÓ DE LES DADES

Per realitzar l'exemple s'ha escollit la tecnologia d'Arduino/Genuino i la placa que s'ha cregut adient és la placa Arduino UNO. Els motius de l'elecció es troben a continuació:

- Sistema senzill i econòmic amb la possibilitat de aconseguir manuals d'utilització per part de l'autor del treball.
- És un sistema que permet un ampli ventall de possibilitats gràcies a la gran gama de plaques diferents que fabriquen.
- Una de les seves característiques és que és un sistema de hardware de codi obert.

5.4 REALITZACIÓ D'UN EXEMPLE DE SISTEMA DE MONITORITZACIÓ

Per demostrar, a petita escala, el propòsit del projecte es crea un exemple mitjançant el sistema Arduino. El material necessari és el següent:

- Placa base Arduino UNO
- Placa de topes
- Cables de pins mascles i femelles
- 3 resistències de 10k Ω
- 3 sensors DHT11 – Sensors de Temperatura i Humitat

Per muntar la placa, en primer lloc s'han de connectar dos cables mascles de pins que surten de la placa d'Arduino, un connectar al pin de l'alimentació a 5V (pol positiu) i l'altre al pin de GND (pol negatiu).

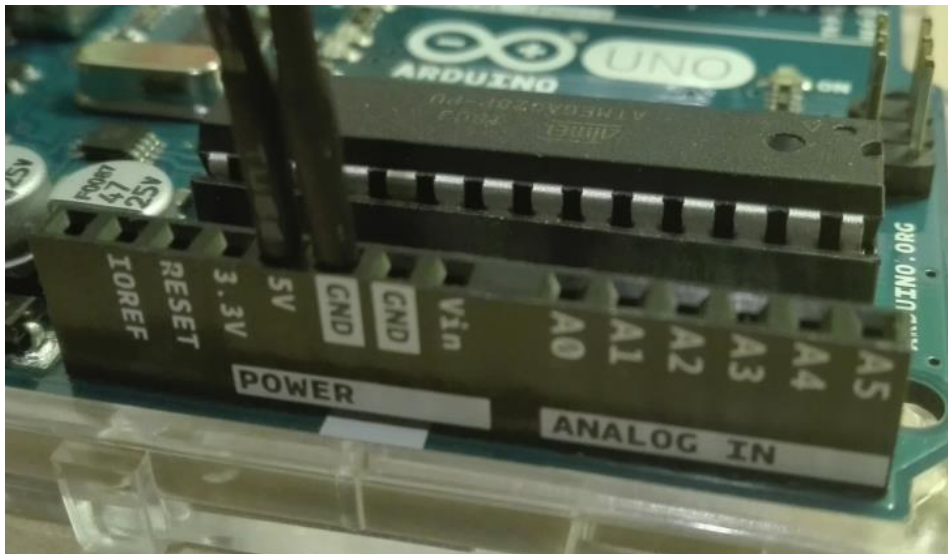


Fig 44. Pins de l'alimentació i GND; Arduino UNO

Mitjançant la placa de topes connectem els cables anteriors amb el sensor d'ambient, connectant entremig una de les resistències. Com es veu a la figura 38, els sensors DHT11 tenen 4 potes (una que es connecta a dades, l'altra a 5V, una altre a GND i l'altra que no es connecta), connectades a l'adaptador per plaques de 3 potes.

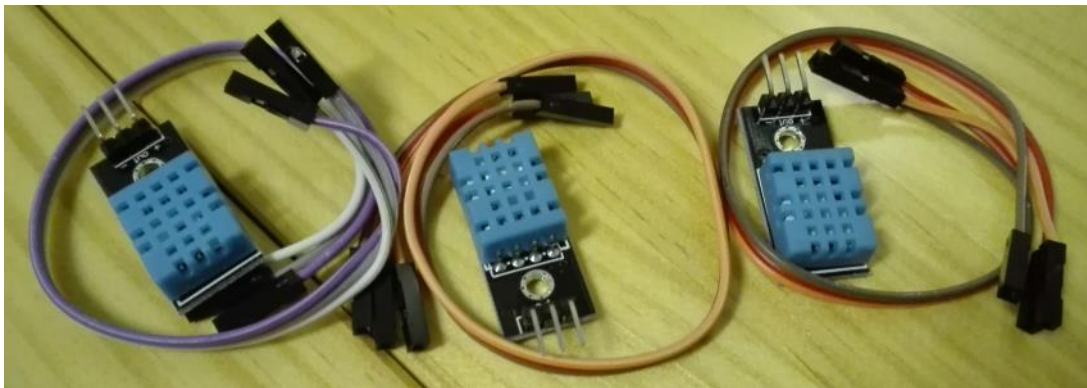


Fig 45. Sensors DHT 11 amb adaptador per a pins

Per connectar cada sensor a la placa connectem la pota de l'esquerra al pol positiu, la pota de la dreta al pol negatiu i la pota del mig connectar als pins digitals de la placa. El sensor ambient de l'habitacle està connectat al pin digital 2, el sensor ambient de la sala de màquines està connectada al pin digital 3 i el sensor del motor està connectat al pin digital 4.



Fig 46. Pins digitals 2, 3 i 4; Arduino UNO

Els diferents sensors estan connectats al circuit en paral·lel i cada un d'ells té la seva pròpia resistència. Els dos sensors que no estan col·locats a la placa tenen el doble de cable per demostrar que en distàncies curtes el cable és fiable. A la figura següent es pot veure com ha quedat l'exemple.

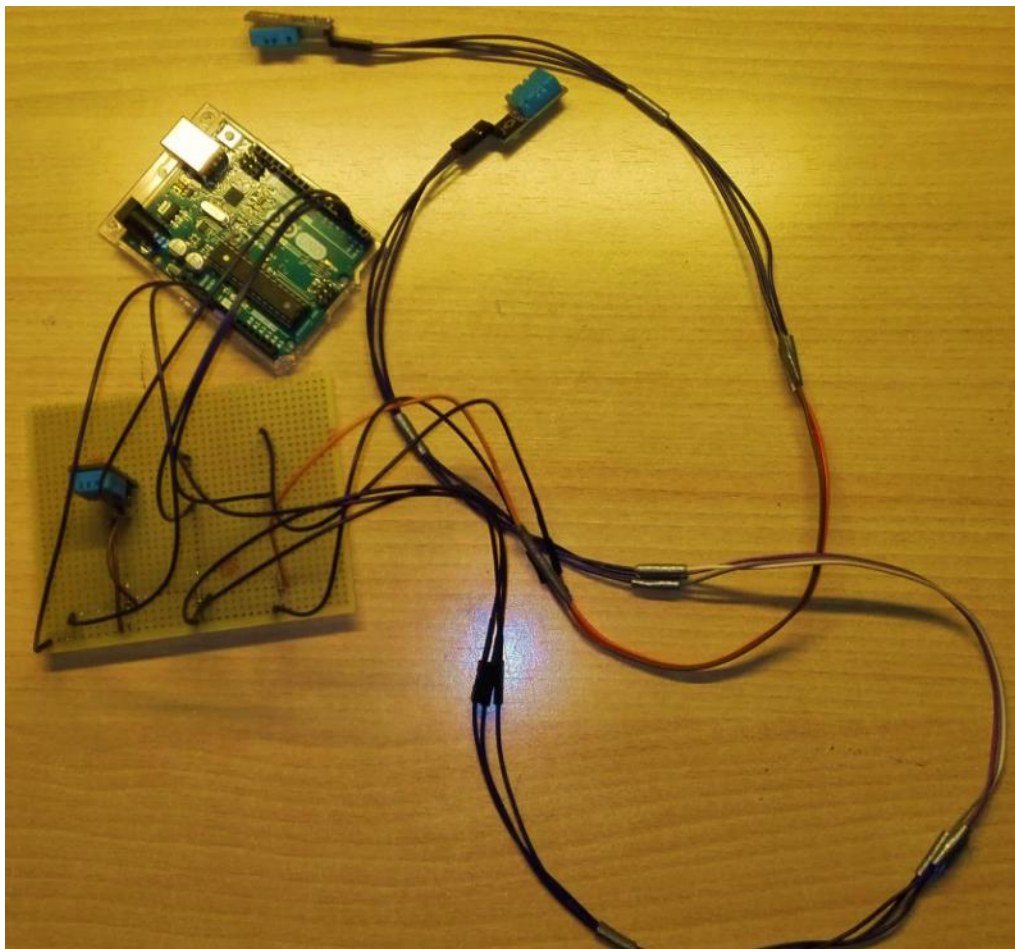


Fig 47. Muntatge dels sensors a la placa Arduino UNO

La placa Arduino UNO porta un connector USB que es farà servir per connectar la placa a l'ordinador i poder realitzar la presa de dades que es podrà dur a terme per mitjà del codi mostrat a continuació:

```
//Afegir llibreria per treballar amb els sensors DHT
#include <DHT.h>

//Definició dels Pins i el seu tipus
#define DHT2 2    //Definir el Pin 2
#define DHT3 3    //Definir el Pin 3
#define DHT4 4    //Definir el Pin 4
#define DHTTYPE DHT11 //Indiquem el tipus de sensor -> DHT11

//Instanciem els nous objectes
DHT dht_2(DHT2, DHTTYPE);
DHT dht_3(DHT3, DHTTYPE);
DHT dht_4(DHT4, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600); //S'inicia la comunicació amb el port sèrie
  dht_2.begin();      //S'inicia el sensor del pin 2
  dht_3.begin();      //S'inicia el sensor del pin 3
  dht_4.begin();      //S'inicia el sensor del pin 4
}

//Bucle presa de dades des del sensor
void loop() {

  //Llegim els valors de les temperatures
  float t2 = dht_2.readTemperature();
  float t3 = dht_3.readTemperature();
```



```
float t4 = dht_4.readTemperature();  
//Llegim els valors de les humitats  
float h2 = dht_2.readHumidity();  
float h3 = dht_3.readHumidity();  
  
//Impressió dels valors capturats  
Serial.println("Temperatura2: ");  
Serial.println(t2);  
Serial.println("Humedad2: ");  
Serial.println(h2);  
Serial.println("Temperatura3: ");  
Serial.println(t3);  
Serial.println("Humedad3: ");  
Serial.println(h3);  
Serial.println("Temperatura4: ");  
Serial.println(t4);  
  
//S'esperen 5 minuts (300000 milisegons) per tornar a capturar dades del sensor  
delay(300000);  
}
```

5.5 APLICACIÓ DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ I VISUALITZACIÓ DE DADES MITJANÇANT UNA APLICACIÓ MÒBIL

5.5.1 Aplicació del sistema i gràfiques de la presa de dades del vaixell

A partir de la placa muntada i del codi anteriorment mostrat, es va decidir d'instal·lar-la a un vaixell recreatiu per demostrar la finalitat del sistema.

Es va escollir un Clipper 26 de l'any 1976, d'un conegut de la família, amb l'amarra al Port Esportiu de Tarragona per a realitzar la prova. Les condicions climatològiques en el moment de la presa de dades eren les següents:

- Núvols que tapaven al sol de l'embarcació, $T^{\circ} = 19^{\circ}\text{C}$, $H\% = 74\%$.



Fig 48. Embarcació Clipper 26

Es van instal·lar els tres sensors. Un sensor, soldat directament a la placa de topos, estava situat dins l'habitacle del vaixell. Un altre sensor ha estat situat dins el compartiment del motor. I l'altre enganxat al motor. S'ha de puntualitzar que, com el sistema de comunicació entre sensor i placa són els cables, no s'ha pogut tancar la tapa del compartiment del motor, fet que ha provocat que la temperatura al compartiment del motor hagi estat més baixa del normal.



Fig 49. Instal·lació del sistema

Per procedir a la presa de dades es necessita connectar a la placa, mitjançant un cable USB, un ordinador portàtil que tingui instal·lat el software de desenvolupament d'Arduino per poder prendre les dades.

A partir de les 17:30 fins les 18:30 es van estar prenent dades que, com es veu a la figura posterior, mostrava el propi programa d'Arduino.

A screenshot of the Arduino IDE software. The left pane shows the C++ code for an Arduino Uno, which includes DHT sensor libraries and a loop that reads temperature and humidity from four sensors. The right pane shows the serial monitor output, displaying a continuous stream of temperature and humidity readings for the four sensors. The code includes comments in Catalan and defines pins for the sensors. The serial monitor shows data like 'Temperatura2: 19.00' and 'Humedad2: 74.00'.

Fig 50. Programa Arduino - Codi i valors mesurats

A partir de les dades anteriors s'han generat les gràfiques de valors per poder observar l'evolució de l'experiment. Les gràfiques són les següents.

- Estat de l'habitacle:



Fig 51. Temperatura Habitacle

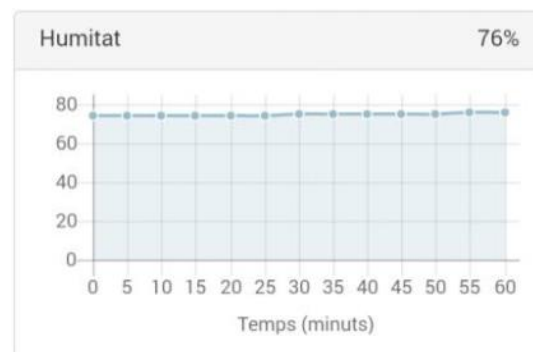


Fig 52. Humitat Habitacle

- Estat de l'espai del motor:



Fig 53. Temperatura Compartiment Motor

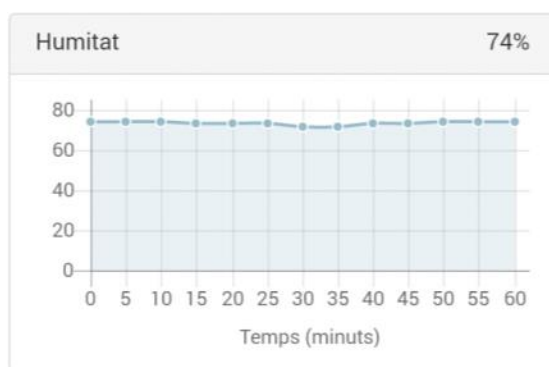


Fig 54. Humitat Compartiment Motor

- Temperatura del motor:

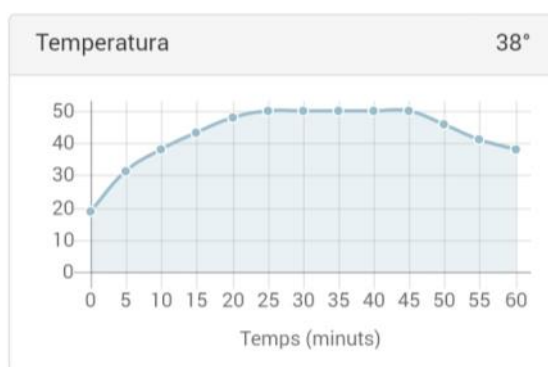


Fig 55. Temperatura Motor

5.5.2 Visualització de les dades i simulació de l'aplicació

5.5.2.1 Aplicacions mòbil

Per crear una aplicació mòbil hi ha moltes maneres de fer-la i programar-la. Amb la col·laboració de l'empresa AKA S.L., s'ha pensat de fer l'APP mitjançant la tecnologia de les *WebApp*. Aquesta tecnologia tracta de crear una versió d'una pàgina web optimitzada i adaptable per a qualsevol terminal. És a dir, en cas d'accedir a la web des de l'ordinador, la informació estarà adequadament situada ocupant la superfície del monitor, i en cas d'accedir des del telèfon mòbil o *tablet*, la *WebApp* s'adaptarà al seu tamany sense perdre ni informació ni utilitat.

Els avantatge d'aquests tipus d'aplicacions mòbils son que com s'accedeix via internet no ocupen memòria al terminal, no cal actualitzar-la perquè sempre s'accedeix a la ultima versió

penjada a la xarxa i no utilitza la major part de les funcions del terminal, per tant, no alenteix la velocitat de funcionament.

Hi ha molts tipus de programació diferent per realitzar l'aplicació com PHP, Java, Javascript, Perl, Rub, Phyton, entre d'altres. A més, s'utilitzen uns llenguatges que adapten la aplicació a cada terminal explicades a continuació.

S'ha creat l'aplicació per mòbil "**InsideCraft**" per demostrar que es pot visualitzar la presa de dades des del mòbil. S'ha programat amb tres llenguatges diferents:

- HTML5: és una versió del *Hypertext Markup Language*, que és un llenguatge que adapta els diferents texts que es troben a la web segons l'àrea que ha d'ocupar a cada terminal diferent.
- CSS3: *Cascading Style Sheets*, té per funció definir l'estil i els espais de la web adaptant-los a cada terminal.
- Javascript: creat per Netscape, és un llenguatge lleuger i interpretatiu. Al estar orientats a objectes, facilita la programació de pàgines interactives i dinàmiques, a l'hora que protegeix el dispositiu del usuari del codi potencialment perillós. També pot utilitzar-se sense navegador. Es basa en l'estàndard ECMAScript que, actualment, el suporten tots els navegadors gràcies a la versió 5.1. El funcionament és molt similar al llenguatge Java i al C++.

A part de programar a partir del llenguatge, poden utilitzar certes eines que faciliten la programació perquè ja porten funcions pre-programades. És a dir, son eines que tenen programats paquets de codi que desenvolupen una funció determinada. Per exemple, la manera de passar les pàgines al telèfon ve pre-programada per una eina que defineix com farà la seva funció. Però hi ha altres eines, que també pre-programen maneres de passar pagina, que realitzen la mateixa funció però de diferent forma. Les eines utilitzades per les diferents tasques son els següents:

- *Sublime Text 3*: és un editor de text multi-plataforma que ens permet editar el codi font del programari i està escrit amb els llenguatges de programació C++ i *Python*. Permet utilitzar 7 configuracions diferents de pantalla en la mateixa finestra o configurar 4 finestres diferents alhora, suporta 43 llenguatges de programació diferents. La funcionalitat d'auto completat

intel·ligent és molt potent, utilitzant les llibreries del projecte per completar els mètodes i propietats de les classes usades.

- **SDK Android:** *Software Development Kit for Android*, és el conjunt d'eines base que s'utilitzen per desenvolupar programes per el sistema operatiu Android i, normalment, utilitza el llenguatge de programació Java. Les eines que integra, permeten la creació ràpida de programes i la seva depuració. Conté un simulador de dispositiu mòbil i et permet l'empaquetat per la seva distribució.
- **Node.js (npm):** Node.js és un entorn d'execució del llenguatge *JavaScript* orientat als 'Web Services', paquets asíncrons. Està dissenyat per programar aplicacions escalables que minimitzen la sobrecàrrega del servidor i, per tant, no es bloquegen normalment. El sistema npm permet instal·lar i visualitzar les diferents llibreries que es necessiten segons la intenció de la programació.
- **Cordova:** és un entorn de treball amb un conjunt d'API que facilita l'accés a funcions específiques del dispositiu, com la càmera, que només permet l'accés de forma nativa. És un marc de desenvolupament mòbil de codi obert, és a dir, accessible per a tothom de manera gratuïta. Permet utilitzar els llenguatges estàndard com HTML5, CSS3 i *JavaScript* amb format multi-plataforma. Cordova adapta el codi automàticament a cada plataforma per a la qual està pensada l'aplicació.



Fig 56. Logo Apache Cordova. Font: Apache Cordova

- **Angular JS:** és una *framework* de *JavaScript* que s'utilitza per la creació de *Web Apps* seguint el patró Model-Vista-Controlador, que permet separar la lògica, el model de dades i la part visual. Son llibreries que ens permeten organitzar millor el codi *JavaScript* i els components que integren una *WebApp*, accelerant el procés de desenvolupament.
- **Ionic:** Basat amb la tecnologia de Cordova i Angular JS, proporciona eines específiques per a aplicacions híbrides. Son llibreries que adapten el codi a qualsevol tipus d'operador per a telefonia mòbil, optimitzant i accelerant el rendiment de la *WebApp*.

- Chartjs.org: és la llibreria que proporciona gràfiques estadístiques a les aplicacions mòbil programades amb HTML5.
- Sass: és una extensió de CSS3, afegint característiques molt potents con la utilització de variables numèriques i estils enriats que permeten crear arxius CSS ben formatats.

El conjunt dels diferents llenguatges i eines utilitzades per realitzar l'aplicació es compilen en el mateix entorn de programació que generarà el codi i programa final.

5.5.2.2 Simulació de l'aplicació i visualització dels valors mesurats

Ja que el coneixement i els medis propis son reduïts, s'ha volgut crear un petit prototip per visualitzar el que podria arribar a ser l'aplicació que s'havia pensat en un primer moment. Els únics sensors que hi figuren son els tres sensors DHT11 i el que es visualitzarà de cada un d'ells son les gràfiques d'evolució de la temperatura i humitat al llarg d'una hora, temps que va durar la presa de dades al vaixell.

El que es pretenia, a priori, era crear un sistema que, automàticament, enviés les dades preses al núvol i que l'aplicació i pogués accedir generant les gràfiques en temps real.

Com s'ha mencionat en l'apartat anterior, s'han utilitzat diferents llenguatges i eines de programació per tal de crear la funció que es necessitava per l'aplicació. A continuació, es mostra una figura de l'espai de desenvolupament de l'aplicació on es veu una part del codi de programació i se'n poden veure les diferents etapes i finestres que comporta programar-la.

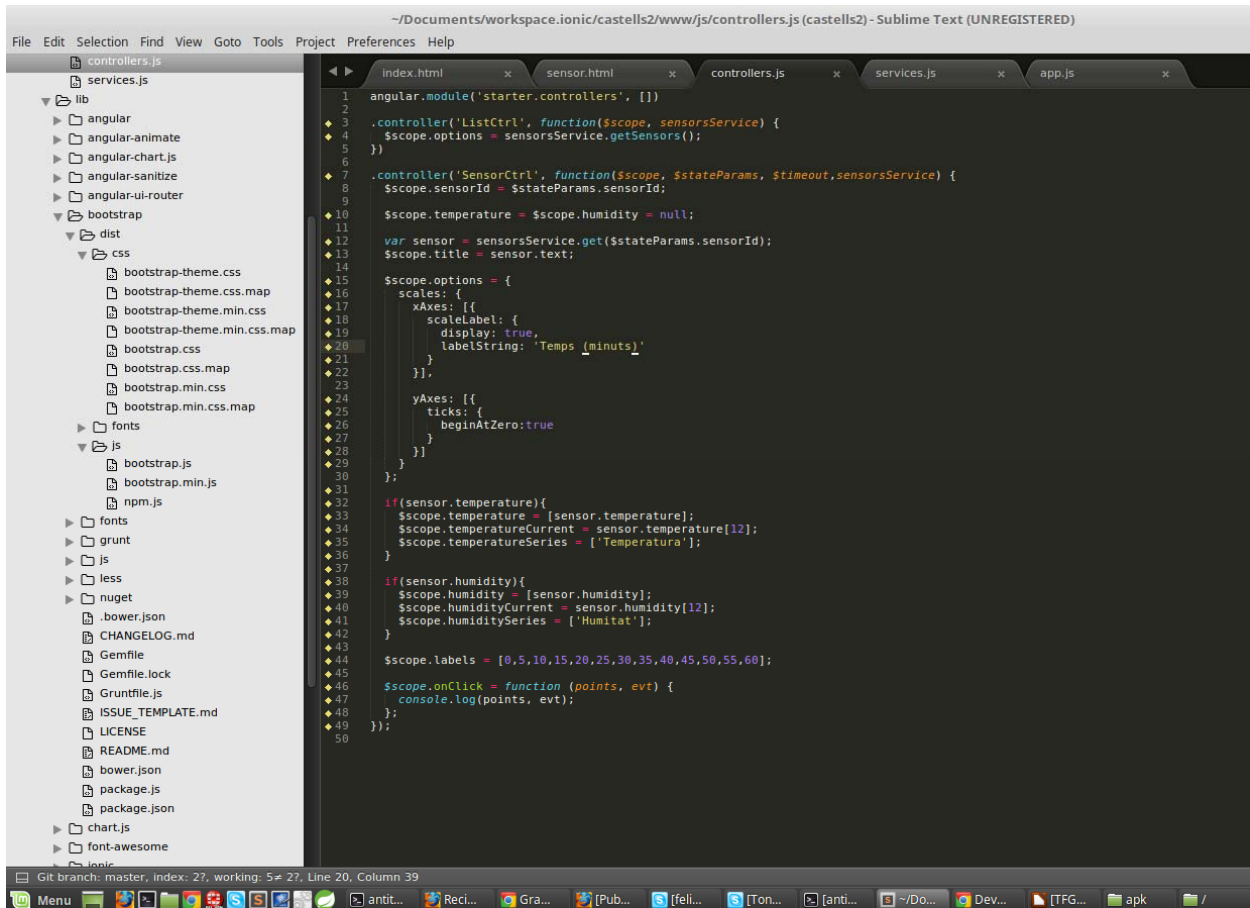


Fig 57. Espai de desenvolupament de l'APP

Un cop compilat el codi, es crea l'aplicació que, a continuació, es poden veure diferents etapes.

En primer lloc hi ha el menú principal de l'aplicació, on es mostren els diferents paràmetres a controlar que podria tenir el sistema. Com es veu a la figura 52, hi ha uns elements amb una icona verda, els elements instal·lats a l'embarcació, i uns altres elements amb una icona vermella, els elements que no s'han instal·lat. El sistema oferiria la possibilitat a cada usuari d'instal·lar tants sensors com es volgués, amb el conseqüent augment del pressupost d'instal·lació i desenvolupament.

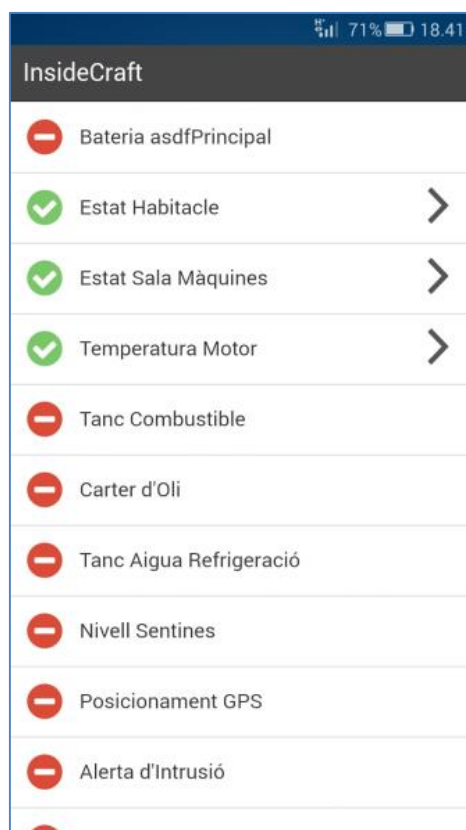


Fig 58. Menú principal de l'APP

Com es pot observar, hi ha tres elements activats al sistema de monitorització. L'estat de l'habitable, l'estat de la sala de màquines i la temperatura del motor. A continuació es mostren com es visualitzarien els diferents elements a l'aplicació.

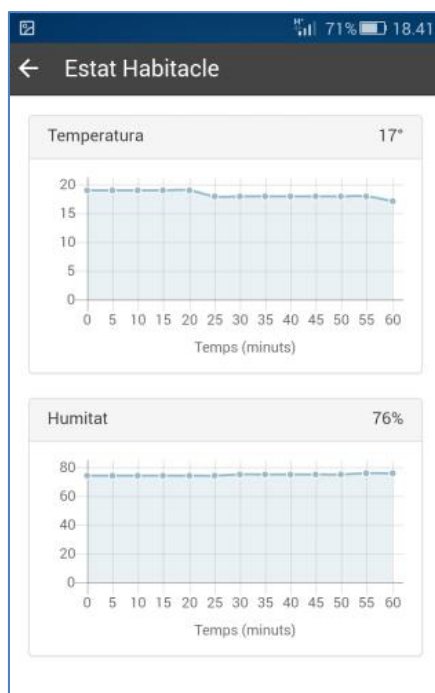


Fig 59. Estat Habitable

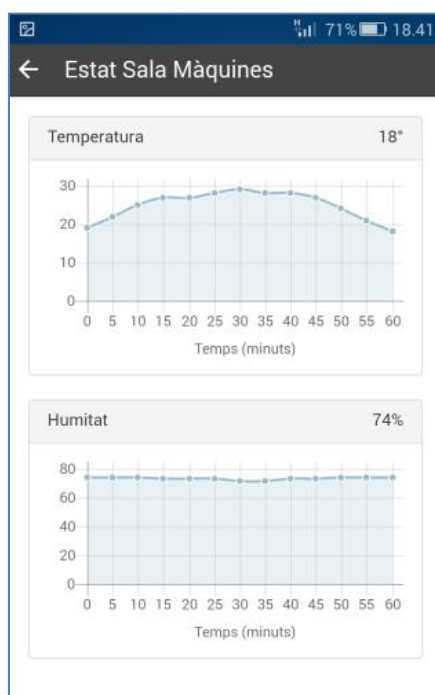


Fig 60. Estat Sala Màquines

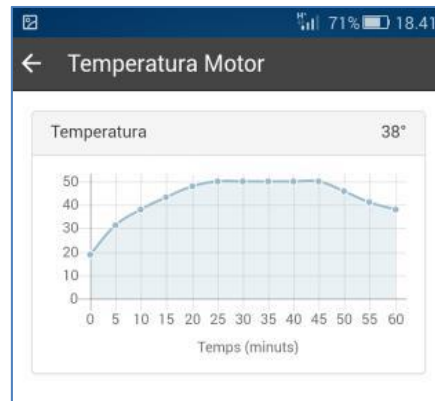


Fig 61. Temperatura Motor

Com es pot observar a les tres figures anteriors, el sistema prendria les dades cada 5 minuts i l'aplicació donaria una gràfica dels últims 60 minuts de presa de dades i en ressaltaria el valor actual, sense fons en estar en bon estat, amb fons en groc en cas d'estar arribant al límit de seguretat i amb el fons en vermell en cas d'estar passant el límit. L'aplicació generaria una senyal d'alarma en forma de notificació al telèfon.

D'aquesta manera, s'observarien pics de temperatura en cas d'una mala combustió o d'un sobreescalfament del motor instantàniament, facilitant-ne la ràpida identificació i les mesures per solucionar-ho.

5.6 COST DE LA PROVA

Per tenir una perspectiva del cost que ha significat la prova dels sistema amb el muntatge de la placa i la posterior instal·lació al vaixell es mostra la següent taula:

Tabla 18. Cost dels components de la instal·lació

ÍTEM	UNITATS	PREU UNITAT	PREU ÍTEM
Placa Arduino Uno	1	18,20 €	18,20 €
Placa de topes	1	2,15 €	2,15 €
Sensor DHT11	3	3,78 €	11,34 €
Cables de Pins Mascles	1	3,50 €	3,50 €
Cables de Pins Femelles	1	3,19 €	3,19 €
Resistència 10kΩ	5	0,07 €	0,35 €
Cable USB	1	1,13 €	1,13 €
TOTAL SENSE IMPOSTOS			39,86 €
21% IVA			8,37 €
TOTAL			48,23 €

A aquest cost s'han d'afegir les hores d'investigació i muntatge de la placa, les hores d'instal·lació del sistema al vaixell i les hores de programació de l'aplicació mòbil. Aproximadament, son 9 hores d'investigació i muntatge de la placa d'Arduino, 30 minuts d'instal·lació del sistema a l'embarcació, 1 hora de presa de dades, 15 minuts del desmuntatge del sistema i unes 15 hores d'aprenentatge i programació de l'aplicació.

El cost i les hores aportades fan referència exclusivament al sistema que s'ha muntat però no permet determinar el pressupost d'I+D necessari per crear el sistema final ja que hi intervenen molts factors diversos. Per exemple, perquè la placa es comuniqui per l'IoT s'ha de canviar la placa d'Arduino per una que permeti la connexió a Internet, per gestionar les dades es necessita un servidor que les emmagatzemi al *cloud* i que permeti l'accés remot des del nostre terminal mòbil, s'ha d'afegir el cost de tots els sensors dels elements que cada usuari instal·laria, el cost de la llicència per tenir l'aplicació al *Google Store* o a l'*App Store*, depenent de les funcions que hagués de desenvolupar l'APP el cost de creació i manteniment s'incrementaria, entre d'altres costos que, en cas de continuar amb el projecte de forma empresarial, s'haurien de calcular de manera més acurada.

CONCLUSIONS

Per concloure el treball, s'ha pogut veure que la tecnologia de les **Smart Things** està arrelada en altres sectors industrials i, com s'ha comprovat en el sector automobilístic, resolen varis dels propòsits que s'havien plantejat al principi del TFG. Hi ha varies marques de cotxes que ja incorporen la possibilitat d'encendre i apagar el motor principal o el climatitzador a distància.

També, hi ha empreses nàutiques que comencen a implantar aquest tipus de tecnologia, com *Nauticheck*, instal·lant sensors de nivell a les sentines, sensors d'intrusió, entre d'altres serveis que interessen per el nostre sistema. Però s'ha comprovat que, generalment, el sector nàutic i marítim encara no treballa de manera correcta cap aquesta direcció. Empreses fabricants de motors com Vetus, Yamaha, Yanmar, i empreses fabricants d'embarcacions com Sunseeker, Dufour, entre d'altres, contactades per correu electrònic o al Saló Nàutic de Barcelona, encara **no ofereixen cap aplicació** que permeti fer un seguiment de l'embarcació com el que es proposa en aquest treball. Realment penso que s'hauria de mirar cap aquesta banda.

També s'ha comprovat l'èxit que tindria el sistema de monitorització i l'aplicació mòbil per controlar-lo a distància entre els usuaris de la nàutica d'esbarjo. Després de realitzar les enquestes, un **95% dels usuaris enquestats estarien interessats o molt interessats** en incorporar un sistema de monitorització de control a distància a la seva embarcació i **el 100% d'ells estarien interessats o molt interessats en instal·lar l'aplicació** al telèfon mòbil per gestionar-lo.

En cas que el meu amic hagués tingut el sistema instal·lat a la seva embarcació, hauria comprovat que es va deixar la bateria principal connectada al marxar del port i hauria pogut desconnectar-la per tal que no se li esgotés. Llavors, hauríem pogut sortir a navegar just al arribar al port.

Tot i les dimensions més reduïdes d'una embarcació d'esbarjo, hi ha molt elements que podria incorporar el sistema i, depenent dels interessos i l'economia de l'usuari, s'instal·larien uns o altres.

En el cas de crear el sistema de manera empresarial i seguint les opinions dels usuaris, es començaria creant un paquet bàsic d'elements que incorporarien els nivells de combustible, de sentines i d'oli lubricant, la temperatura de l'aigua de refrigeració del motor principal, la temperatura i humitat de la sala de màquines i de l'habitacle i l'estat de la bateria. També hi hauria la possibilitat d'instal·lar paquet avançat amb les funcions de comprovació de l'electrònica de l'embarcació, l'estat de les aixetes de fons i les preses de mar, comprovació de les vibracions del motor principal i de l'eix de cua i alertes en cas d'intrusió a l'habitacle.

El sistema creat, però, no ha estat del tot fidel al propòsit inicial. Com a conseqüència del temps limitat a invertir en el sistema i el poc coneixement en aplicacions mòbil, es va optar per crear un **sistema de monitorització** que es connectés a l'ordinador i **l'aplicació es va programar per visualitzar els resultats de la presa de dades** dels sensors, però no permet interactuar amb ells des del terminal.

Tot i no complir l'objectiu de connectar i desconnectar la bateria principal o d'encendre i apagar el motor principal, ja que el temps a invertir i la dificultat per culminar l'objectiu son més elevats que el que s'esperava en un principi, podem concloure el treball afirmant que **el sistema seria un èxit entre els usuaris** i facilitaria el manteniment de l'embarcació gràcies a una fàcil diagnosi. Es conclou el treball amb la satisfacció de saber que hi ha empreses del sector nàutic que ja estan investigant i creant sistemes de monitorització semblants a la idea sorgida al principi del treball, tot i que el sector nàutic encara no està a l'alçada d'altres sectors, com l'automobilístic, en aquest aspecte.

De ben segur que el treball no s'acaba aquí. Queda pendent desenvolupar-lo més acuradament en cas que els estudis continuïn amb un màster universitari o, qui sap, si continuarà en un projecte empresarial en el futur.

BIBLIOGRAFIA

- [1] "Acerca De JavaScript." *Acerca De JavaScript - JavaScript | MDN*. 26 Apr. 2015. Web. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript/Acerca_de_JavaScript>.
- [2] "Acerca De Node.js®." *Acerca | Node.js*. Web. <<https://nodejs.org/es/about/>>.
- [3] "Automatización Industrial." *Sensores De Humedad*. 1 June 2001. Web. <<http://ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Instalaciones%20Electricas%20Industriales/Sensores%20de%20Humedad.pdf>>.
- [4] "Blue Link." *Blue Link from HyundaiUSA.com*. Web. <<https://www.hyundaiusa.com/bluelink/>>.
- [5] Canga, Ruben. "Introducción a La Difusión De Señales De Radio Y Televisión." *Radiofrecuencia*. Web. <<http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/1%20INTRODUCCI%D3N/1%20Radiofrecuencia.pdf.pdf>>.
- [6] Carletti, Eduardo J. "Sensores." *Sensores - Conceptos Generales - Robots Argentina*. 2007. Web. <http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm>.
- [7] "Conceptos Basicos De Redes Moviles." *¿Qué Son Las Redes Moviles?* Web. <<http://www.temastecnologicos.com/redes-moviles.html>>.
- [8] Digi-Key Electronics. Conceptos básicos sobre sensores de temperatura. 10 Oct. 2011. Web. <<http://www.digikey.com/es/articles/techzone/2011/oct/temperature-sensors-the-basics>>.
- [9] "Emopa." *Tipos De Sensores De Alarma Y Detectores De Alarma*. 10 Sept. 2015. Web. <<http://www.emopa.com/blog/grupo-emopa/tipos-de-sensores-de-alarma-y-detectores-para-tu-alarma/>>.
- [10] "Haz De Tu Casa Un Hogar Inteligente." *Wattio SmartHome - Wattio*. Web. <<https://wattio.com/es/>>.

- [11] "HTML5." *HTML5 - HTML | MDN*. 12 May 2016. Web. <<https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5>>.
- [12] "Ilumi." *Ilumi The World's Smartest LED Smartbulb with Bluetooth Mesh*. Web. <<http://ilumi.co/>>.
- [13] "Impulsamos el IoT con las soluciones de comunicación más sencillas." *Sigfox*. Web. <<http://www.sigfox.com/es/>>.
- [14] "Información De Producto." *Sensor Inteligente De Bateria (IBS) 12V*. Web. <http://www.hella.com/agriculture/assets/media_global/621_KI_IBS_12V_ES.pdf>.
- [15] "INTERNET DE LAS COSAS." *Internet De Las Cosas Qué Es Ejemplos Aplicaciones Ventajas Desventajas Consecuencias*. Web. <<http://www.areatecnologia.com/nuevas-tecnologias/internet-de-las-cosas.html>>.
- [16] *IPdomo | Tecnología Verde*. Web. <<http://www.ipdomo.com/>>.
- [17] "Ivideon. Video Surveillance." *Cloud Video Surveillance | Ivideon*. Web. <<https://www.ivideon.com/>>.
- [18] "JAGUAR LAND ROVER SHOWCASE NEW TECHNOLOGIES INCLUDING A REMOTE CONTROL RANGE ROVER SPORT." *Autonomous Driving: Range Rover Sport Remote Control*. Web. <<http://www.landrover.com/experiences/news/jlr-remote-control-range-rover-sport.html>>.
- [19] "La Vía Más Rápida No Es Siempre Una Carretera." *Me Connect - Mercedes-Benz ES*. Web. <<https://www.mercedes-benz.com/es/mercedes-me/conectividad/>>.
- [20] "Level Transmitter." *Trimod » Level Transmitter*. Web. <<http://www.trimodbesta.com/en/products/level-transmitter.html>>.
- [21] *Libelium - Connecting Sensors to the Cloud*. Web. <<http://www.libelium.com/>>.
- [22] "Manual De Instrucciones. Audi España" Web. <<http://www.audi.com/etc/medialib/ngw/myaudi/pdf.Par.0051.File.pdf>>.
- [23] "Marinus: Apps Náuticas." *Marinus Apps*. 2015. Web. <<http://www.marinus.es/ES/>>.

- [24] "Medidores De Nivel." *Tipos Y Características De Medidores De Nivel*. 2009. Web. <<http://www.coltech.es/informacion/45-medidores-de-nivel/65-medidores-de-nivel-tipos-y-caracteristicas.html>>.
- [25] "Nanode." *Nanode | Open Source Network Enabled Electronics*. 2016. <<http://www.nanode.eu/>>.
- [26] *National Marine Electronics Association - NMEA*. Web. <<http://www.nmea.org/>>
- [27] *Opel Onstar | El Asistente De La Movilidad | Opel España*. Feb. 2015. Web. <<http://www.opel.es/onstar/onstar.html>>.
- [28] Oscar Torrente Artero. *Arduino. Curso Práctico de Formación*. Alfaomega Grupo Editor. Feb 2013. ISBN: 978-607-707-648-3.
- [29] "Perspectiva General." *Apache Cordova*. Web. <<https://cordova.apache.org/docs/es/3.1.0/guide/overview/>>.
- [30] "Qué Es Y Cómo Empezar Con AngularJS." *PhoneGap Spain*. 18 Dec. 2014. Web. <<http://www.phonegapspain.com/que-es-y-como-empezar-con-angularjs/>>.
- [31] "Raspberry Pi." *Raspberry Pi - Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi*. 2016. <<https://www.raspberrypi.org/>>.
- [32] "Sensor De Nivel." *Sensores De Nivel*. Web. <<http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>>.
- [33] "Sensor Electrónico De La Batería EBS - BOSCH." *Sistemas Electrónicos - Electrónica De a Bordo - Sensor Electrónico De La Batería EBS*. Web. <http://www.bosch-mobility-solutions.es/es/es/_technik_1/component_8/CO_CV_ES_Body-Electronics_CO_CV_Electronic-Systems_2202.html?compId=1175>.
- [34] "Sensores: Tipos Y Funcionalidades." *Sensores: Tipos Y Funcionalidades - DomoPrac - Domotica Practica Paso a Paso*. Web. <<http://www.domoprac.com/hardware-y-productos-domoticos/sensores-tipos-y-funcionalidades.html>>.
- [35] "SISTEMAS DE CABLE." *Tipos De Cable*. Web. <<http://www.areatecnologia.com/electronica/sistemas-de-cable.html>>.

- [36] "Sublime Text." *Sublime Text: The Text Editor You'll Fall in Love with*. Web. <<https://www.sublimetext.com/>>.
- [37] "TecnoWiFi." *Tecnología Wifi*. Web. <<http://www.tecnowifi.com/>>.
- [38] "Todo Lo Que Necesita Tu Barco Cuando No Está Navegando." *NauticAdvisor | La Solución Definitiva Para Navegantes*. Web. <<https://www.nauticadvisor.com/>>.
- [39] Hernán Vaca, Marco Palavecino, Rudolf Salamanca, Marcelo Cumba, Pedro Apaza Tapia and Abel Guevara Carranza. "Clasificación De Sensores." *Clasificación De Sensores*. 22 June. 2014. Web. <<http://es.slideshare.net/hernancardenas9400/clasificacion-de-sensores-36167798>>.
- [40] "Volvo On Call." *Volvo On Call | Volvo Cars*. Web. <<http://www.volvocars.com/es/servicios/conectado/volvo-on-call#>>>.
- [41] "What Is Weightless?." *Weightless SIG*. Web. <<http://www.weightless.org/about/what-is-weightless>>.
- [42] "WIFI." *Comunicación Inalámbrica*. June 2005. Web. <<http://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html>>.
- [43] "The ZigBee Alliance." *The ZigBee Alliance | Control Your World*. Web. <<http://www.zigbee.org/>>.
- [44] "¡Boating, Pruébala Gratis!." *Navionics Boating | Navionics*. Web. <<http://www.navionics.com/es/mobile-pc-app>>.
- [45] "¿Qué Significa Bluetooth? - Definición De Bluetooth." *Definicion Y Explicación Del Término Bluetooth*. Web. <<http://www.masadelante.com/faqs/que-es-bluetooth>>.